

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976.

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano
MAESTRÍA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES



**PROPUESTA PARA LOGRAR CONFORT TÉRMICO EN LAS AULAS DE LA
ESCUELA PRIMARIA DOMINGO BECERRA RUBIO EN TEPIC, NAYARIT.**

Trabajo recepcional que para obtener el grado de
MAESTRA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES

Presenta: Arq. Brenda Lucero Sánchez Cisneros

Director: Mtro. Antonio Penagos Arenas

San Pedro Tlaquepaque, Jalisco. Junio de 2016.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES. Por su amor y apoyo incondicional en cada paso que doy.

A MIS HERMANOS. Por su cariño y motivarme siempre.

A MIS TUTORES. Dr. Nayar Gutiérrez, Mtro. Antonio Penagos y Mtro. Francisco Álvarez.
Por el conocimiento compartido y por creer en mi proyecto, desde el primer momento.

¡Gracias infinitas!



ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL TEMA	2
1.1 Delimitación del objeto de desarrollo o innovación	2
1.2 Descripción de la situación-problema.....	2
1.3 Importancia del proyecto	4
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes teórico-empíricos del tema	7
2.2 Referencias conceptuales del tema	21
3. DISEÑO METODOLÓGICO	29
3.1 Preguntas generadoras	29
3.2 Hipótesis	29
3.3 Objetivos	30
3.4 Postura epistémica	30
3.5 Elección metodológica	31
3.6 Selección de técnicas y diseño de instrumentos	33
4. ANÁLISIS, DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS	46
4.1 Síntesis interpretativa de los datos analizados	46
4.1.1 Análisis del sitio y del entorno.....	46
4.1.1.1 Ubicación geográfica.....	46
4.1.1.2 Medio natural	48
4.1.1.3 Medio artificial	50
4.1.2 Climatología	52
4.1.2.1 Mesoclima	52
4.1.2.2 Datos climatológicos	55
4.1.2.3 Análisis paramétrico	59
4.1.2.4 Análisis geometría solar	74
4.1.3 Análisis bioclimático	76
4.1.3.1 Análisis bioclimático mensual	76

4.1.3.2 Caracterización climática mensual	99
4.1.3.3 Definición de estrategias básicas de diseño	103
4.1.4 Análisis del usuario	107
4.1.5.1 Características del usuario	107
4.1.5.2 Horarios y uso del espacio	108
4.1.5.3 Percepción térmica del usuario	108
4.1.5 Análisis del edificio	121
4.1.5.1 Configuración del conjunto	121
4.1.5.2 Caracterización del aula	129
a) Forma, estructura y materiales	129
b) Monitoreo de temperatura y humedad relativa	132
c) Comportamiento térmico de la envolvente (Actual)	140
I. Análisis solar	140
II. Análisis de ventilación	150
III. Análisis térmico	153
4.2 Diseño aplicativo de la solución	166
4.2.1 Protección solar	161
4.2.1 Ventilación	189
4.3 Factibilidad y validación	194
5. CRITERIOS DE REPLICABILIDAD	223
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	226
7. FUENTES CONSULTADAS	230
8. ANEXOS	236

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Revisión documental	36
Tabla 2. Actividades económicas	50
Tabla 3. Clasificación climática de Koppen-García	53
Tabla 4. Datos climatológicos	55
Tabla 5. Datos climatológicos. Viento.	57
Tabla 6. Radiación solar total (RSg) Horaria	64
Tabla 7. Radiación solar directa (RDb) Horaria.....	65
Tabla 8. Análisis solar	74
Tabla 9. Tablas de Mahoney (Parámetros)	80
Tabla 10. Recomendaciones de Mahoney	82
Tabla 11. Estrategias de diseño (porcentajes)	85
Tabla 12. Estrategias de diseño (mensual)	86
Tabla 13. Estrategias de diseño (Szokolay)	90
Tabla 14. Temperaturas horarias anuales de Tepic	92
Tabla 15. Humedades relativas horarias anuales	95
Tabla 16. Ciclos estacionales	98
Tabla 17. Matriz de climatización	105
Tabla 18. ¿Quiénes forman parte de mi escuela?	107
Tabla 19. Resumen encuesta a alumnos de 4°, % y 6° grado, turno matutino	109
Tabla 20. Resumen encuesta a alumnos de 4°, 5° y 6° grado, turno vespertino	111
Tabla 21. Encuesta a profesores de ambos turnos	120
Tabla 22. Vegetación.....	129
Tabla 23. Propiedades térmicas de los materiales.....	130
Tabla 24. Velocidades del viento en espacios interiores y su efecto en los usuarios	152
Tabla 25. Resumen de cálculo de ganancia de calor de la envolvente de un aula tipo ...	163
Tabla 26. Estrategia: techo escudo-malla sombra	169
Tabla 27. Resumen de cálculo-Techo escudo: malla sombra	170
Tabla 28. Estrategia: techo escudo-tarima de madera.....	173
Tabla 29. Resumen de cálculo-techo escudo: tarima de madera.....	168
Tabla 30. Estrategia: techo escudo-teja de barro.....	174
Tabla 31. Resumen de cálculo-techo escudo: teja de barro.....	175
Tabla 32. Protección solar, malla sombra-costo estimado	180
Tabla 33. Protección solar, tarima de madera-costo estimado.....	180

Tabla 34. Partesol, tarima de madera-costo estimado	188
Tabla 35. Partesol, malla sombra-costo estimado.....	188
Tabla 36. A1. Utilizar materiales locales	198
Tabla 37. 1A. Utilizar materiales locales (Evaluación)	199
Tabla 38. 2A.Coeficiente global de transferencia de calor (K).....	200
Tabla 39. Reducción de ganancia de calor	198
Tabla 40. Ahorro de kwh	199
Tabla 41. 2A. Mejorar el desempeño medioambiental de las aulas (evaluación)	199
Tabla 42. 3A. Promover el uso de materiales biodegradables (Evaluación	200
Tabla 43. 4A. Uso del material: 1°uso, reutilizado y reciclable (Evaluación).....	202
Tabla 44. Ahorro energético y reducción de emisiones Co ²	203
Tabla 45. 5A. Uso del material: 1°uso, reutilizado y reciclable (Evaluación).....	203
Tabla 46. Parámetros de evaluación del criterio 1S.	204
Tabla 47. 1S. Crear satisfacción y comodidad de los usuarios (evaluación)	204
Tabla 48. Parámetros de evaluación del criterio 2S.	206
Tabla 49. 2S. Participación social en la instalación de la tecnología (Evaluación)	206
Tabla 50. 3S. Reducir riesgos en la salud de los usuarios (evaluación)	207
Tabla 51. 4S. Permitir a alumnos y docentes alcanzar su máximo potencial	207
Tabla 52. Parámetros de evaluación del criterio 5S	208
Tabla 53. 5S. Participación social en el mantenimiento del sistema (Evaluación)	208
Tabla 54. 1E. Contribuir positivamente al desarrollo económico local	209
Tabla 55. 2E. Duración promedio de la vida del producto (Evaluación)	210
Tabla 56. Parámetro de evaluación criterio 3E.	210
Tabla 57. 3E. Inversión inicial (Evaluación).....	211
Tabla 58. 3E. Parámetros de evaluación, criterio 4E	211
Tabla 59. 4E. Costo por mantenimiento (Evaluación)	212
Tabla 60. Tarifa por kwh, para escuelas.	212
Tabla 61. Parámetro de evaluación criterio 5E.	213
Tabla 62. 5E. Ahorro económico por menor consumo de energía eléctrica (Evaluación).....	213
Tabla 63. Evaluación de nivel operacional	214
Tabla 64. Escenarios climáticos.....	219
Tabla 65. Temperatura equivalente promedio te (°C)	220
Tabla 66. Resumen de cálculo – Techo escudo: Tarima de madera. Escenario 2080	220
Tabla 67. Resumen de cálculo – Techo escudo: Malla sombra. Escenario año 2080	221
Tabla 68. Resumen de cálculo – Techo escudo: Teja de barro. Escenario año 2080	221

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aula tipo.....	8
Figura 2. Ubicación geográfica	46
Figura 3. Ubicación AGEB'S.....	47
Figura 4. Hidrografía	48
Figura 5. Topografía	48
Figura 6. Uso de suelo y vegetación	49
Figura 7. Actividades económicas.....	51
Figura 8. Mesoclima.....	52
Figura 9. Altura solar, Tepic	74
Figura 10. Triángulo de confort mensual.....	76
Figura 11. Estrategia bioclimáticas mensuales-Triángulo de Evans.....	77
Figura 12. Índice ombrotérmico-temperatura y precipitación.....	79
Figura 13. Diagrama bioclimático (Olgyay)	83
Figura 14. Diagrama psicométrico (Szokolay).....	87
Figura 15. Confort térmico pronosticado (PMV-PPD)	91
Figura 16. Edificios A y B.....	122
Figura 17. Edificios B y A.....	122
Figura 18. Cancha de usos múltiples	122
Figura 19. Cancha y aula de apoyo	123
Figura 20. Dirección turno vespertino	123
Figura 21. Módulos de baños.....	123
Figura 22. Pasillo contigua a edificio A	123
Figura 23. Área arbolada	123
Figura 24. Planta arquitectónica	124
Figura 25. Edificio A-Alzado Norte	125
Figura 26. Edificio A-Alzado Sur	125
Figura 27. Edificio A-Alzado Oriente	125
Figura 28. Edificio A-Alzado Poniente.....	126
Figura 29. Edificio B- A-Sección A-A'	126
Figura 30. Edificio B-Alzado Norte	126
Figura 31. Edificio B-Alzado Sur	126
Figura 32. Edificio B-Alzado Poniente.....	127
Figura 33. Edificio B-Alzado Oriente	127

Figura 34. Vegetación-Planta arquitectónica de conjunto	127
Figura 35. Aula tipo-Planta arquitectónica.....	127
Figura 36. Aula tipo-Alzado principal.....	131
Figura 37. Aula tipo-Alzado posterior	131
Figura 38. Aula tipo-Sección A-A'	131
Figura 39. Aulas monitoreadas (Planta arquitectónica)	133
Figura 39. Velocidad del viento.....	150
Figura 40. Dirección del viento.....	151
Figura 41. Sección-techo escudo	167
Figura 42. Detalle1. Techo escudo-malla sombra (isométrico).....	168
Figura 43. Detalle2. Malla sombra-área de cubierta (modulación)	171
Figura 44. Detalle3. Techo escudo-tarima de madera (isométrico)	171
Figura 45. Detalle3.1 Complemento con tarima de madera	171
Figura 46. Detalle4. Tarima de madera-área de cubierta (modulación).....	172
Figura 47. Detalle5. Techo escudo-teja de barro (isométrico)	174
Figura 48. Aula tipo1. Ventana suroeste, protección solar-planta.....	177
Figura 49. Aula tipo1. Ventana suroeste, protección solar-sección	177
Figura 50. Aula tipo1. Ventana suroeste, muro perimetral-alzado	177
Figura 51. Protección solar-malla sombra.....	178
Figura 52. Ubicación ventana y vano	178
Figura 53. Tarima de madera-modulación (3.00x1.40m).....	178
Figura 54. Protección solar-tarima de madera	179
Figura 55. Aula atípica 7. Ventana suroeste_1, protección solar-planta.....	181
Figura 56. Aula atípica 7. Ventana suroeste_1, protección solar-sección.....	181
Figura 57. Partesol-malla sombra	182
Figura 58. Partesol-tarima de madera.....	182
Figura 59. Aula atípica7. Ventana suroeste_2, protección solar-planta.....	184
Figura 60. Aula atípica7. Ventana suroeste_2, protección solar-sección.....	184
Figura 61. Aula atípica6. Ventana suroeste_1, protección solar-planta.....	186
Figura 62. Aula atípica6. Ventana suroeste_1, protección solar-sección.....	186
Figura 63. Planta conjunto y vientos dominantes	189
Figura 64. Ubicación de puerta de acceso principal.....	190
Figura 65. Ubicación de puerta de acceso secundario.....	190
Figura 66. Propuesta, puerta de acceso-alzado.....	191
Figura 67. Propuesta de ventilación	192

Figura 68. Etapas metodología SAT	194
---	-----

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Temperatura y umbral de confort térmico	59
Gráfica 2. Oscilación térmica	60
Gráfica 3. Humedad relativa	61
Gráfica 4. Precipitación y evaporación	62
Gráfica 5. Radiación solar.....	63
Gráfica 6. Insolación	66
Gráfica 7. Días grado.....	67
Gráfica 8. Viento: Velocidad media y máxima mensual.....	69
Gráfica 9. Viento: Dirección del viento de los meses enero-junio	70
Gráfica 10. Viento: Dirección del viento de los meses julio-diciembre	72
Gráfica 11. Gráfica solar-Tepic, Nayarit	83
Gráfica 12. Estrategias de diseño (porcentajes)	85
Gráfica 13. Estrategias de diseño (Szokolay)	90
Gráfica 14. Temperaturas horarias de los meses enero-junio.....	93
Gráfica 15. Temperaturas horarias de los meses julio-diciembre	94
Gráfica 16. Humedad relativa honoraria de los meses enero-junio	96
Gráfica 17. Humedad relativa honoraria de los meses julio-diciembre	97
Gráfica 18. Cuestionario, pregunta 1	113
Gráfica 19. Cuestionario, pregunta 2	113
Gráfica 20. Cuestionario, pregunta 3	113
Gráfica 21. Cuestionario, pregunta 4	113
Gráfica 22. Cuestionario, pregunta 5	114
Gráfica 23. Cuestionario, pregunta 6	114
Gráfica 24. Cuestionario, pregunta 7	114
Gráfica 25. Cuestionario, pregunta 8	114
Gráfica 26. Cuestionario, pregunta 9	115
Gráfica 27. Cuestionario, pregunta 10	115
Gráfica 28. Cuestionario, pregunta 11	115
Gráfica 29. Cuestionario, pregunta 12	115
Gráfica 30. Cuestionario, pregunta 13	116

Gráfica 31. Cuestionario, pregunta 14	116
Gráfica 32. Cuestionario, pregunta 15	116
Gráfica 33. Cuestionario, pregunta 16	116
Gráfica 34. Cuestionario, pregunta 17	117
Gráfica 35. Aula 1-Monitoreo de temperatura y humedad relativa	134
Gráfica 36. Aula 3-Monitoreo de temperatura y humedad relativa.....	136
Gráfica 37. Aula 5-Monitoreo de temperatura y humedad relativa	138
Gráfica 38. Gráfica solar estereográfica.....	140
Gráfica 39. Aula tipo1. Ventana suroeste.....	141
Gráfica 40. Aula tipo 1. Ventana noreste.....	141
Gráfica 41. Aula tipo 2. Ventana suroeste.....	142
Gráfica 42. Aula tipo 2. Ventana noreste	142
Gráfica 43. Aula tipo 3. Ventana suroeste	143
Gráfica 44. Aula tipo 3. Ventana noreste	143
Gráfica 45. Aula tipo 4. Ventana suroeste	144
Gráfica 46. Aula tipo 4. Ventana noreste	144
Gráfica 47. Aula tipo 5. Ventana suroeste	145
Gráfica 48. Aula tipo 5. Ventana noreste	145
Gráfica 49. Aula atípica 6. Ventana suroeste_1	146
Gráfica 50. Aula atípica 6. Ventana suroeste_2	146
Gráfica 51. Aula atípica 6. Ventana noreste_1	147
Gráfica 52. Aula atípica 6. Ventana noreste_2	147
Gráfica 53. Aula atípica 7. Ventana noreste_1	148
Gráfica 54. Aula atípica 7. Ventana noreste_2	148
Gráfica 55. Aula atípica 7. Ventana suroeste_1	149
Gráfica 56. Aula atípica 7. Ventana suroeste_2	149
Gráfica 57. Resumen de cálculo de ganancias de calor de un aula tipo	163
Gráfica 58. Ganancia de calor por conducción-edificio proyectado.....	164
Gráfica 59. Ganancia de calor por conducción-edificio de referencia.....	165
Gráfica 60. Aula tipo1. Ventana suroeste.....	176
Gráfica 61. Aula tipo1. Ventana suroeste, con protección solar	179
Gráfica 62. Aula atípica 7. Ventana suroeste_1	181
Gráfica 63. Aula atípica7. Ventana suroeste_1, con protección solar.....	183

Gráfica 64. Aula atípica7. Ventana suroeste_2	184
Gráfica 65. Aula atípica7. Ventana suroeste_2, con protección solar.....	185
Gráfica 66. Aula atípica6. Ventana suroeste_1	186
Gráfica 67. Aula atípica6. Ventana suroeste_1, con protección solar.....	187
Gráfica 68. Evaluación dimensión ambiental	215
Gráfica 69. Evaluación dimensión social.....	216
Gráfica 70. Evaluación dimensión económica.....	217
Gráfica 71. Evaluación sustentable.....	218

RESUMEN

El presente trabajo de obtención de grado se desarrolla en la modalidad de proyecto profesionalizante de desarrollo o innovación. Regido por una metodología mixta, constituida principalmente por una postura cuantitativa y complementada en la cualitativa.

La investigación, busca una propuesta de solución en el tema del malestar térmico en los salones de clases de educación primaria en la ciudad de Tepic, Nayarit. La situación problema gira en torno al diseño tipo que define a la infraestructura física educativa, aplicado indistintamente en cualquier región climática del país. Que por sus características y condiciones provoca escenarios térmicos incómodos para los estudiantes y docentes.

Mediante un adecuado análisis climático y los requerimientos de confort de los usuarios, se han desarrollado estrategias bioclimáticas que permiten mejorar las condiciones de confort higrotérmico, bajo criterios de sustentabilidad. Definidas por la reducción de ganancia solar a través de la envolvente, elementos de protección solar y ventilación natural.

PALABRAS CLAVE

Confort térmico, Adecuación bioclimática, Edificación sustentable, Aulas de educación primaria, Diseño tipo.

1. PLANTEAMIENTO DEL TEMA

1.1 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE DESARROLLO O INNOVACIÓN UBICACIÓN EN CAMPOS DISCIPLINARES

La sustentabilidad es el campo principal que aborda el presente trabajo de investigación, que se refiere al bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. De tal manera, que la arquitectura debe responder a ello desde una visión bioclimática, “sensible a su entorno, que tiene como objetivo fundamental obtener mediante el diseño, ambientes en confort natural para el desarrollo adecuado de las actividades humanas” (Rodríguez Viqueira, M., 2005).

Este será el punto de partida para la generación y aplicación de conocimiento en el ámbito de la infraestructura física educativa, que se involucra esencialmente con las condiciones de malestar térmico que se manifiestan en las aulas de educación pública, nivel primaria; con ubicación geográfica en Tepic, Nayarit. Donde las dimensiones y características dependen de los lineamientos de un diseño tipo que rige a la educación básica en el país. Mismos, que suprimen un diseño integral para cada región climática.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN-PROBLEMA

Uno de los aspectos esenciales en el desarrollo humano es el educativo; desafortunadamente, los espacios educativos de nuestro país no se han adecuado a las premisas de habitabilidad educativa, y se encuentran ajenos a principios de sustentabilidad. Los centros educativos deben ser adecuados, sanos, seguros y deben facilitar los procesos de aprendizaje, tanto para alumnos como para docentes; garantizando la calidad de las actividades que ahí se llevan a cabo. Respondiendo fundamentalmente, al contexto físico y cultural del sitio donde se establecen.

En torno a lo anterior, el presente trabajo de investigación aborda el tema de confort térmico en las aulas de educación primaria en Tepic, Nayarit. Se ha identificado que las condiciones del ambiente térmico interior de estos espacios se encuentran fuera de la zona de confort. De acuerdo a las características del clima de la ciudad, definido como semicálido subhúmedo del grupo C según Koppen-García; y en relación con los rasgos de la solución oficial para la infraestructura física educativa en la educación básica, la cual se define por

un diseño tipo conocido como CAPFCE, en referencia al Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas (en 2008 se transforma en INIFE Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa).

Es necesario indagar un poco en los antecedentes y definición de esta tipología, la cual nace en México en el año de 1944 con el objeto de dar respuesta a la creciente demanda de planteles en los diversos niveles educativos en todo el país. Sin embargo, a partir del temblor del 85 su objetivo se tornó en garantizar la seguridad de los alumnos, pero también, para que funcionara como refugio para una sociedad que fuera afectada por algún tipo de desastre. Este diseño fue definido como un modelo estandarizado para las escuelas del país. El sistema constructivo se basa en

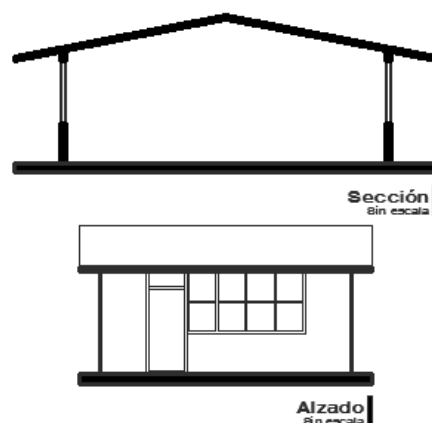


Figura 1. Aula tipo
Fuente. Elaboración propia

una estructura de muros, castillos y trabes con cubiertas de concreto; es evidente, que este esquema de construcción está regido por su seguridad y no por premisas de confort, siendo la primera indiscutible.

Este modelo es aplicado en cualquier región climática del país indistintamente, dejando de lado las particularidades de cada sitio (temperatura, radiación solar, vientos dominantes, precipitación, orientación, topografía, etc.). Generando escenarios de malestar térmico en los estudiantes durante su jornada escolar. Principalmente en verano, siendo el período más crítico, donde se presentan las temperaturas más altas durante el año. Bajo estas circunstancias, las instituciones educativas en su búsqueda de soluciones que logren ambientes térmicos confortables, han instalado sistemas mecánicos como son ventiladores en la mayoría de los casos y aire acondicionado en casos particulares. Cabe mencionar, que durante el período más cálido del año los ventiladores se mantienen encendidos desde el inicio hasta el final de la jornada; incrementando el consumo de energía eléctrica en los planteles educativos. Y aun así, no se alcanzan los niveles higrotérmicos deseados.

Por todo lo anterior, es imperante plantear una adecuación arquitectónica de las aulas existentes desde una configuración bioclimática, para transformarlos en espacios confortables de máxima eficiencia energética. Considerando los siguientes criterios:

análisis bioclimático del sitio, geometría solar, sistemas pasivos y sistemas de aislamiento térmico. Y de manera transversal, bajo los pilares de la sustentabilidad: ambiental, económico y social.

Es importante mencionar, que el análisis de la problemática descrita considera los 88 planteles de educación primaria del sector público de la ciudad de Tepic, Nayarit. De los cuales, 44 planteles cuentan con turno matutino y vespertino, 25 escuelas con turno continuo y 19 solo con turno matutino. A partir de ello, se ha contemplado un caso de estudio en particular, en el cual se imparten clases durante las dos jornadas escolares (matutinas y vespertinas); esto permite caracterizar las aulas, los usuarios y el contexto físico natural y artificial en el que se encuentra. De esta manera, es posible diseñar una propuesta de solución ligada íntimamente a la realidad.

1.3 IMPORTANCIA DEL PROYECTO

La pertinencia de emprender esta investigación gira en torno a la sustentabilidad y la habitabilidad educativa; con la visión de lograr espacios de enseñanza/aprendizaje sujetos a un diseño bioclimático, que responda a su contexto natural y artificial, pero principalmente a las necesidades de los usuarios de las generaciones actuales y garantizar satisfacer las futuras.

Miriam Remess Pérez & Fernando N. Winfield Reyes (2008), en su artículo sobre sustentabilidad educativa, mencionan lo siguiente:

“Todos los esfuerzos que se realicen en el sentido de mejorar la calidad y equidad de la educación, incluidos los correspondientes a la construcción de espacios educativos, conllevan un desarrollo educativo que favorece a toda la población de manera continua y permanente... Se debe procurar que tanto sus componentes interiores, exteriores y de equipamiento, propicien la convivencia y permitan interactuar con la naturaleza”.

Esta referencia expone la importancia de brindar ambientes de enseñanza de calidad, que influye en la evolución educativa y al mismo tiempo se convierte en parte esencial del desarrollo de una sociedad.

En otro aspecto, el marco normativo de INIFED (Instituto Nacional de la Infraestructura educativa) en el apartado de Criterios de diseño arquitectónico de educación básica-primaria, enuncia lo siguiente: “El criterio de acondicionamiento y confort en los espacios

educativos se hará como primera opción por medio de sistemas pasivos, si estos no resultaran suficientes debido a las condiciones climáticas se recurrirá a sistemas mecánicos” (2013).

Sin embargo, en el desarrollo de la normativa no se profundiza en la aplicación de estrategias pasivas antes de determinar la aplicación de un sistema de acondicionamiento. Con la investigación se pretende aportar en el tema de confort térmico en los espacios de educación pública, con fundamentos bioclimáticos y bajo los principios de la sustentabilidad.

El trabajo de investigación se justifica además, desde los siguientes ámbitos:

Justificación social. El presente proyecto tiene el objetivo de solucionar un problema social; la investigación involucra a una población vulnerable, de niños de 6 a 12 años de edad que se encuentran cursando la educación primaria, y por otro lado, están implicados también los docentes, quienes están frente a grupo y comparten la jornada escolar con los alumnos en un área común: el salón de clases.

Las carencias térmicas de los espacios educativos y el uso de aire acondicionado en su defecto, es una situación que pone en riesgo su salud y el desempeño durante las clases. El proyecto desarrollará una propuesta para mejorar la calidad del ambiente térmico durante la estancia de los alumnos y maestros en las aulas, induciendo a un mejor desempeño. Cabe mencionar que este problema no se presenta solamente en una institución, si no que se reproduce en muchas otras primarias de la ciudad de Tepic, donde se presentan escenarios semejantes. Por tanto, la solución que se genere para un salón de clases, se convertirá en una metodología que podría ser aplicada en otros espacios educativos, de esta manera se estaría multiplicando la población beneficiada.

Justificación de campo. La sustentabilidad es el campo principal que aborda el trabajo de investigación, de donde se desprende la arquitectura bioclimática y profundiza en el tema de confort térmico, asintiendo que no se partirá de algo incierto, puesto que se tiene el sustento teórico de diversos autores; esto será el punto de partida para la generación y aplicación de conocimiento en el ámbito de la infraestructura física educativa, donde las condiciones de confort térmico no han sido prioridad y mucho menos la intención de lograrlo a través de principios bioclimáticos.

Justificación institucional. El presente proyecto de investigación se vincula con el programa de Sustentabilidad del ITESO, la institución tiene un firme interés por la gestión

del hábitat y desarrollo socialmente sustentable, de donde surge la Maestría en Proyectos y Edificación Sustentable, que a su vez permite identificar, desarrollar e implementar sistemas de edificación capaces de reducir los impactos del hábitat en el ambiente. Siendo esto posible, a través del desarrollo de proyectos de investigación que se convierten en generadores de conocimiento, útil no solo en el ámbito de Medio ambiente y Sustentabilidad, sino también, como apoyo para otras disciplinas.

Justificación personal. Realizar esta investigación me permitirá conocer y participar en la reducción de impactos que tiene la edificación en el entorno; específicamente al abordar el tema de confort térmico y las diversas estrategias sustentables para lograrlo, las cuales son cuestiones que me interesa profundizar y lo puedo obtener a través del presente proyecto de investigación.

Es importante destacar, que el trabajo de investigación ha permitido la transformación de mi perspectiva de proyectar y edificar, dando un giro hacia la sustentabilidad, permitiendo la evolución de mi quehacer como Arquitecta.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICO-EMPÍRICOS DEL TEMA

La búsqueda de información para conocer los antecedentes del proyecto a desarrollar arrojó una serie de autores relacionados con el tema. Se indagó primeramente de manera general el tema de Sustentabilidad, así como el enfoque en la arquitectura y sus aplicaciones, tanto teóricas como prácticas. De ello, se partió para profundizar en el tema del proyecto en particular. Se presentan distintos casos de estudio que se relacionan con el propio, es decir, que abordan desde distintas perspectivas el tema de confort térmico en los edificios.

Lo anterior permitió realizar la categorización de las fuentes consultadas; organizada por grado de importancia, es decir, con base en la relación con el proyecto, siguiendo una lógica de lo general a lo particular.

- **PERSPECTIVA GENERAL**

Sustentabilidad engloba un sinfín de ámbitos, sin embargo, la relación naturaleza y hombre es la que protagoniza en este tema, pues esa antigua relación de respeto del hombre con su planeta se ha transformado en otra, mucha más dura, que parece ignorar sus leyes de funcionamiento; así lo plantea la autora del libro *Arquitectura sostenible y aprovechamiento solar*, González Díaz, M. (2004): su obra la desarrolla en torno a los cuatro elementos primitivos de la naturaleza: sol, agua, aire y tierra. El primero de ellos, que se basa en la energía solar y arquitectura bioclimática, expone la manera en que se puede aprovechar antes de inhibirla, así como una serie de fundamentos teóricos y prácticos, entre los que se destacan efectos de la luz sobre la salud, posición del sol, orientación, sistemas activos y pasivos, iluminación natural, acondicionamiento, aislante térmico, entre otros; esta es la parte que más aporta al tema de esta investigación, sin embargo, el agua, aire y tierra, intervienen y se tomarán en cuenta en el desarrollo del proyecto. La autora define lo siguiente: “Edificio sostenible es aquel en el que se maximiza la función social, económica y ambiental” (González Díaz, M., 2004:9) y un segundo enunciado, “Desde un punto de vista estrictamente energético, el mejor edificio es el que no se construye” (González Díaz, M., 2004:25), bajo estas premisas se pretende trabajar.

Por otro lado, Palacios Blanco, J. (2008), denomina su libro *La casa ecológica de Jalisco*, en el cual presenta las herramientas para lograr una casa ecológica, y nos presenta tres vertientes: Bioconstrucción, Construcción sostenible y Arquitectura Bioclimática; teniendo

en cuenta el inventario de recursos materiales, tecnológicos y humanos. Donde se cuestiona nuestros esquemas de vida y de relación con la naturaleza. Puntualiza la importancia de la construcción ecológica y la gama de materiales amigables con el medio ambiente, sus características y aplicaciones. Además, aborda los nuevos procedimientos de la construcción que favorecen los criterios sostenibles. Este autor, destaca que la arquitectura bioclimática juega un papel en el diseño de una casa ecológica, pues interviene la orientación, materiales, aperturas de ventanas, etc. para conseguir eficiencia energética. El autor hace la siguiente reflexión: “La solución no está solamente en manos del gobierno, sino también en toda la sociedad a partir de soluciones locales” (Palacios Blanco, J., 2008), si queremos mejorar nuestra realidad y la de generaciones futuras, tenemos que cambiar nuestra perspectiva de una sociedad pasiva a una activa y responsable.

Farrás Pérez, L. (2012). En su libro: *Exteriores ecológicos, 50 soluciones para un hogar más sostenible*, recoge diversos temas, como materiales, técnicas constructivas y sistemas pasivos o activos, todos ellos relacionados con alguno de los cuatro elementos: sol, viento, agua y tierra. Presenta 50 ideas y soluciones para hacer que la vivienda y su exterior sean más sostenibles y más sanos. Las recomendaciones abordan una serie de temas que van desde la fase de la construcción con distintas estrategias y adecuaciones prácticas en las edificaciones, así como, el tema de paisajismo, con ideas prácticas para un jardín o terraza verde, también da los conocimientos básicos de cubiertas y paredes verdes. Destacando una de las estrategias que el autor plantea y sus beneficios: “Con un buen aislamiento se pueden construir ahorros energéticos y económicos de hasta un 30%, tanto en calefacción como en aire acondicionado” (Farrás Pérez, L. 2012:110). En la segunda parte del libro, estrategias para lograr una vivienda bioclimática, logrando ahorros en climatización e iluminación, aprovechando las ventajas de la arquitectura solar pasiva y de recursos naturales.

Rodríguez Viqueira, M. (2005), junto con sus colaboradores, realizaron el libro *Introducción a la Arquitectura bioclimática*, el cual abarca los aspectos básicos desde diversas facetas de la arquitectura bioclimática, como son la orientación de los edificios, el asoleamiento, la ventilación, la iluminación natural y artificial, el control solar, la arquitectura de tierra y la normatividad aplicable. El autor nos dice que:

“Es necesario aprender a ver la arquitectura no sólo como los muros, las fachadas y su cubierta, sino también como el espacio vital que fluye a través de ellos y a su

alrededor. Para habitarla no basta con que sea sólida y económica, debe ser saludable y agradable, responder al clima y sintetizar la experiencia constructiva de las generaciones que nos precedieron” (Rodríguez Viqueira, M., 2005).

Menciona también esta línea: “Es preciso un cambio de actitud, ya que en la arquitectura como en la medicina es más fácil y económico prevenir que corregir” (Rodríguez Viqueira, M., 2005), lo cual sucede en el proyecto de esta investigación, se trabajará en una propuesta para “corregir” y alcanzar el nivel de confort en el espacio interior. Viqueira, plantea como base lo siguiente: “La arquitectura bioclimática como una arquitectura sensible a su entorno, tiene como objetivo fundamental obtener mediante el diseño, ambientes en confort natural para el desarrollo adecuado de las actividades humanas” (Rodríguez Viqueira, M., 2005:181).

Diseño y construcción sostenibles: realidad ineludible, de los autores Aguilar-Dubose, C. & Delgado Castillo, C. (2011), es un libro que sirve como referencia para todos aquellos profesionistas relacionados con la industria de la construcción que se encuentren interesados en trabajar bajo un enfoque sustentable. Se divide en cuatro capítulos, el primero de ellos es introductorio, se ven los principios de sustentabilidad, además presenta el proceso de un diseño integrado. El siguiente capítulo trata sobre las condiciones y características del sitio, agua y energía. El tercer apartado, aborda el tema de confort, arquitectura pasiva, materiales y acabados, así como el diseño de iluminación. En la última parte presenta estrategias para el diseño y la construcción sostenible. En el tema de confort el autor menciona:

“Para establecer una carga térmica que se tiene que vencer, se deben considerar principalmente los siguientes factores: la orientación del edificio, las características del ambiente, las características de la envolvente y las características de la actividad que se realizará dentro de cada local” (Aguilar-Dubose, C. & Delgado Castillo, C., 2011).

En el libro *Eficiencia energética*, de Moreno Coronado, T, et al. (2012), el eje central de este, es la energía, la cual ha sido usada por el hombre desde el inicio de la humanidad para sobrevivir. De ello se deriva el tema de eficiencia energética, la cual es un pilar del desarrollo sostenible y es de vital importancia para el desarrollo de las energías renovables. Se aborda la eficiencia en el hogar, dando recomendaciones básicas para reducir el consumo de energía, también se ve desde la perspectiva de los edificios, donde la ausencia

de principios fundamentales de arquitectura bioclimática, es evidente. Otros temas que aporta esta obra, es la eficiencia en el transporte, industrias y empresas. Destacando un apartado enfocado a la normativa. Es relevante considerar lo siguiente en cualquier proyecto o actividad de la vida cotidiana que se realice: “La energía más limpia que existe es la que no se consume, ya que no causa ningún efecto en el medio” (Moreno Coronado, T. et al., 2012:12).

• ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA Y CONFOR TÉRMICO

Esta categoría, se considera la de mayor importancia para la investigación, ya que estos autores abordan de manera específica temas que servirán como fundamento teórico del proyecto. Estos autores además, desarrollan métodos y herramientas que serán útiles durante el proceso de investigación.

Tenemos en primer lugar a los autores del libro *Diseño bioclimático en la arquitectura*, Arias Orozco, S. & Ávila Ramírez, D. (2004), ellos se centran en la problemática del ser humano en relación a las características de los edificios que habita, así como en el estudio del confort ambiental, el ahorro energético y la protección del medio ambiente. Abordando temas como: factores físicos que intervienen en el proceso de bienestar ambiental; confort ambiental, considerado desde el punto de vista climático, desde sus factores, parámetros, actividad, vestimenta, cartas bioclimáticas. El entorno físico, analizando el área bioclimática de protección y control solar y condicionantes eólicas, como las actuaciones referentes a la vegetación, así como las protecciones solares, morfología urbana y del edificio en relación con la dirección e intensidad del viento e incidencia solar. Estudia también los elementos de la envolvente, estableciendo las condiciones de confort del espacio arquitectónico con relación a una evaluación del comportamiento térmico de la envolvente, así como del porcentaje de aberturas de la misma. En el desarrollo de la obra, destaca (en relación con el proyecto) lo siguiente: “Como regla general puede decirse que la forma óptima de cualquier espacio arquitectónico es aquella que pierde menos calor en invierno y controla la ganancia de calor en verano” (Arias Orozco, S. & Ávila Ramírez, D., 2004:63) y las siguientes líneas:

“La eficiencia de la edificación determinará el consumo de energía, tanto diario como anual; dicho consumo puede verse reducido considerablemente siguiendo criterios de diseño térmico en el uso de materiales de construcción adecuados: la conducción de la energía a través del material, el tiempo que tarda para ello, el aislamiento que

impide ese paso, así como el período y tiempo de ocupación del espacio son los parámetros que delimitarán la adecuada utilización de dichos materiales” (Arias Orozco, S. & Ávila Ramírez, D., 2004:89).

Como los Diez libros de la Arquitectura de Marco Vitruvio, que hasta el día de hoy los arquitectos tenemos como referente, el autor *Ruano, M. (2007)* desarrolló una obra análoga pero en el ámbito sustentable, dicha obra el autor la denomina *Un Vitruvio ecológico: principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*, es una guía de cómo se debe llevar a cabo un proyecto de arquitectura, presenta una serie de estrategias y principios básicos para lograr un edificio sustentable, desde el inicio del proceso de diseño en nuevos proyectos y estrategias para los ya construidos. El diseño ecológico se ve también desde la perspectiva de la calidad de la arquitectura, considerando que los edificios con más elementos naturales y menos artificiales son mejores, con soluciones sencillas y completas. El arquitecto debería considerar, además del confort y la salud de sus ocupantes, el efecto del edificio en el medio ambiente global y local. Aborda el tema de confort térmico y los parámetros para lograr el equilibrio térmico en los edificios, así como los principios y estrategias en relación con la envolvente del edificio, este último tema será de vital importancia para el desarrollo del proyecto, este autor lo presenta de manera general, sin embargo son las bases para profundizar en el tema. Este autor expresa lo siguiente:

“En la arquitectura sostenible, la relación entre el rendimiento del edificio y la envolvente es fundamental. En cualquier edificio se espera que el cerramiento aisle del viento, la humedad y la lluvia, que permita la entrada de luz y aire, que conserve el calor y que proporcione seguridad e intimidad” (Ruano, M., 2007:75).

El libro *Arquitectura y clima*, de *Olgyay, V. (1998)*, se desarrolla en tres partes fundamentales, la primera al clima y su relación con el ser humano; la segunda interpreta las acciones del clima en clave arquitectónica y la tercera ejemplifica la aplicación de lo anterior en la arquitectura y el urbanismo. Uno de los logros más importantes es la presentación del gráfico del confort (también conocida como gráfica bioclimática o ábaco bioclimático), es una herramienta fundamental que desde su formulación se ha utilizado para analizar todo tipo de situaciones climáticas en la arquitectura.

Las fases del método de Olgyay se basa en la interrelación de las variables: clima, biología, tecnología y arquitectura. Consiste en lo siguiente: 1. Datos climáticos, los cuales deben analizarse según características anuales, como es temperatura, humedad relativa,

radiación solar y efectos del viento. Se debe tener en cuenta, los efectos modificados de las condiciones micro-climáticas. 2. Evaluación biológica, esta debe estar basada en las sensaciones humanas, trasladando los datos del ambiente a una gráfica bioclimática, así, obtener información acerca de las medidas más convenientes a tomar para recuperar el grado de confort adecuado en cualquier fecha del año. 3. Soluciones tecnológicas, deben interceptar las adversidades y utilizar las ventajas existentes en la cantidad y el momento apropiados. Para lograr un refugio en condiciones equilibradas debe realizarse a través de métodos de cálculo (elección del lugar, orientación, cálculos de la sombra, forma, movimientos del aire, equilibrio de la temperatura interior). 4. Aplicación arquitectónica, se refiere a las conclusiones de las anteriores.

Por último cito un párrafo relevante de Olgyay, fundamental para el proyecto de investigación:

“El principal objetivo al proyectar un edificio, desde el punto de vista térmico, consiste en lograr un ambiente interior cuyas condiciones se encuentren muy próximas a las de confort. Es decir, en términos arquitectónicos, la planificación y el sistema constructivo de un edificio deben utilizar al máximo las posibilidades naturales para mejorar las condiciones interiores, sin recurrir a la utilización de aparatos mecánicos” (Olgyay, V., 1998).

El libro de la *Energía solar pasiva* de Mazria, E. (1985), describe la arquitectura en relación con el emplazamiento, el clima, los materiales locales y el sol. Dispone el orden de información desde la teoría general sobre los fenómenos solares y sus aplicaciones, hasta el diseño del sistema y sus cálculos de ejecución. Aborda los conceptos fundamentales sobre energía solar, teoría del calor y confort térmico, y de esta manera asimilar el contenido de los capítulos siguientes. Enseguida presenta los tipos de sistemas pasivos y algunos ejemplos concretos, en el siguiente capítulo trata de las pautas del proyecto, desarrolla paso a paso un método para la concepción solar pasiva. Integrándose la información con la explicación de la posición del sol y su movimiento a través de la bóveda celeste. Finalmente, se dan los datos necesarios para un diseño y cálculo de un sistema pasivo. Mazria, señala que: “Los edificios pensados sin prever el impacto solar precisan de grandes cantidades de energía para calentarlos y enfriarlos” (Mazria, E., 1985:86).

Serra Florensa, R. (1999). *Arquitectura y climas*. Es un pequeño libro que estudia la variedad y complejidad de situaciones climáticas en el planeta. Aborda las barreras a las

que se enfrenta el edificio para lograr cierto grado de confortabilidad, como lo es la lluvia, el viento, estrategias contra el frío o filtros contra el calor o la luz. Los climas en la arquitectura, incluyen todos aquellos fenómenos ambientales que actúan sobre los ocupantes de un edificio, influyendo sobre su bienestar y sobre su percepción a la vez, se trate de sensaciones térmicas, táctiles, visuales, auditivas, etc. Cabe resaltar lo siguiente:

“La regla general, aplicable a todas las etapas y a cualquier tipo de edificio en tiempo cálido, es la de detener la radiación “lo antes posible”. Si la barrera es un árbol resultará mejor que una enredadera; si existe una doble piel con cámara ventilada será mejor que encalar la superficie, pero una superficie blanca será más útil que un aislamiento interior, mejor una persiana exterior que una interior, etc.” (Serra Florensa, R., 1999:36).

Mondelo, R., Torada, E., Comas Úriz, S., Castejón Vilella E. & Lacambra, E. (2001), son los autores del libro *Ergonomía 2. Confort y estrés térmico*. Destacando lo siguiente: “Un ambiente térmico inadecuado causa reducciones de los rendimientos físico y mental y, por tanto, de la productividad” (*Mondelo, R., Torada, E., Comas Úriz, S., Castejón Vilella E. & Lacambra, E., 2001*). Dichos temas se han derivado de los conocimientos de Ergonomía, la cual busca soluciones que ayuden a reducir la posibilidad de accidentes y enfermedades profesionales mediante la mejora sistemática de las condiciones de trabajo. Este libro pretende ser una guía para el análisis y adecuación del ambiente térmico en los puestos de trabajo. Presenta temas como: termorregulación del cuerpo humano, magnitudes unidades e instrumentos de medición de un ambiente térmico, balance térmico, estrés térmico, entre otros.

La obra *Bioclima y confort térmico* de *Tudela, F. (1982)*, presenta la problemática de la carencia del confort térmico, manifestada en muy distinta medida según se trate de asentamientos rurales o urbanos; presentándose con mayor gravedad en el urbano. Refiere a conocimientos básicos sobre bioclima y confort térmico, así como las nociones de climatología. Temas precisos como termofisiología del cuerpo humano, donde se describen los aspectos cualitativos y cuantitativos de temperatura y calor; sensaciones de confort/malestar térmicos, determina la medición de variables bioclimáticas básicas, la vestimenta, etc., además de las determinaciones macro-climáticas, el cual se enfoca a la descripción del Sol.

Núñez Carrasco, R., Aramburu Gaviola, F. & Botrán Rodríguez, C. (2012), en su libro *Bioclimática, sostenibilidad y ahorro de energía: Manual de Técnicas de acondicionamiento Térmico*, ofrece ese primer acercamiento al comportamiento térmico de la edificación partiendo de la explicación de los conceptos termodinámicos más dinámicos, y del entendimiento del clima y las situaciones particulares de cada lugar, hasta llegar a los distintos sistemas de climatización. Sin perder de vista el actual marco normativo y buscando la máxima eficiencia y ahorro de energía. En la primera parte se enfoca en proporcionar herramientas que permiten optimizar la utilización de recursos. El segundo bloque, ofrece un manual para el entendimiento y cumplimiento del marco normativo. Definen Arquitectura como: “Aquella envolvente que no sólo, delimita espacios que el hombre necesita para el desarrollo de su vida cotidiana, sino que, también, los dota de las condiciones de confort necesarias para tal fin” (Núñez Carrasco, R., Aramburu Gaviola, F. & Botrán Rodríguez, C., 2012:16). De la cual se desprende lo siguiente: “Los espacios interiores generados por la arquitectura, deben estar dotados desde las condiciones de temperatura y humedad necesarias para poder desarrollar, en una situación de confort, las actividades para las que fueron diseñados” (Núñez Carrasco, R., Aramburu Gaviola, F. & Botrán Rodríguez, C., 2012:17).

• MARCO NORMATIVO

INIFED Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa, cuenta con una serie de normas técnicas para estudios, proyectos, construcción e instalaciones; se divide en varios volúmenes, se han seleccionado los que servirán como referencia para el proyecto de investigación. El primero de ellos se encuentra en el *Volumen 3 - Habitabilidad y funcionamiento, Tomo I - Diseño Arquitectónico (2014)*: se refiere a las especificaciones del proyecto arquitectónico, lo que compete a esta investigación son los requisitos mínimos que contempla esta norma, iluminación, ventilación, confort térmico y demás equipamiento, que de cualquier manera lo expone con bases generales. En cuanto a iluminación natural, se refiere a la cantidad de luz natural que se necesita dentro de un local, la cual depende de la iluminación exterior, superficie, posición y estructura de las ventanas y eventualmente, de los obstáculos exteriores como árboles o construcciones. Menciona que la iluminación principal de las aulas deberá provenir del lado izquierdo de los alumnos y estar preferentemente orientada al norte. La intensidad de luxes requeridos en un aula a nivel

primaria son 150. En relación con la ventilación indica que la renovación de aire se podrá realizar en forma natural a través de espacios abierto en ventanas, y/o en forma mecánica. Recomienda además la ventilación natural cruzada. En tema de confort térmico, solamente menciona el rango de temperatura ideal para cada espacio, en aulas corresponde del 18° a 25°C.

En otro aspecto, me pareció importante mencionar la norma que se refiere a la instalación de aire acondicionado que considera INIFED en sus normas técnicas. *Volumen 5 – Instalaciones de servicio, Tomo III – Instalaciones de aire acondicionado* (2014), como primer punto presenta las normas climáticas para el cálculo de aire acondicionado por ciudades de la República Mexicana, desde latitud, longitud, A.S.N.M, así como las temperaturas tanto en verano como en invierno, en la primera se considera una temperatura máx. de 32.6°C y en invierno hasta 6.9°C. Presenta además un mapa de la división climática de la República mexicana, en la cual Tepic aparece como zona tropical. De ahí en adelante, se presentan los criterios y cálculos para la selección del equipo de aire acondicionado, según temperaturas interiores, humedad relativa, velocidad del aire, cálculo de ductos de aire, etc. Aunque todas estas consideraciones la norma las enfoca a la instalación de aire acondicionado, se tomarán como bases teóricas pero orientadas a estrategias pasivas, es decir, la información climática y calculo aquí planteado se retomará para el proyecto de investigación, en lugar de proponer un equipo de acondicionamiento, se desarrollará una propuesta bioclimática.

Se encuentra otro apartado llamado *Criterios Normativos - Criterios de diseño arquitectónico educación básica – Primaria* (2014). Tiene por objeto emitir recomendaciones sobre el uso de elementos, las condiciones de habitabilidad y diseño en los espacios y servicios que conforman los planteles educativos. Los criterios contienen estándares de diseño y los requerimientos mínimos con que deberán cumplir las escuelas existentes y de nueva creación. Se encuentra dividido en 3 partes: en el primer apartado se describen las generalidades de la primaria, y las consideraciones que deberán tomarse para su diseño. La segunda y tercera parte presenta la información básica sobre la primaria, partiendo del programa arquitectónico, matrices de relación y diagramas de funcionamiento y se establecen los criterios generales de diseño aplicado para el uso de materiales y elementos, mobiliario y equipo e instalaciones de servicio.

Dentro de los enfoques de diseño menciona como requisito, que las instalaciones educativas sean sustentables, que minimicen el impacto al medio ambiente y maximicen el uso de fuentes renovables no contaminantes. Menciona además lo siguiente: “El criterio de acondicionamiento y confort en los espacios educativos se hará como primera opción por medio de sistemas pasivos, si estos no resultaran suficientes debido a las condiciones climáticas se recurrirá a sistemas mecánicos” (p.30).

En otro aspecto, existe la *Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales*. Esta norma tiene el objetivo de optimizar el diseño de edificaciones desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envolvente, obteniéndose como beneficios, entre otros, el ahorro de energía por la capacidad de los equipos de enfriamiento y un mejor confort de los ocupantes. Se aplica tanto a edificios nuevos como a edificios ya existentes. Presenta un método de prueba (cálculo del presupuesto energético), el cual se desarrolla y considera lo siguiente:

- Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado
- Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia
- Determinación del coeficiente global de transferencia de calor (k) de las porciones de la envolvente.
- Barreras de vapor.
- Orientación.

• ESTUDIOS AFINES AL PROYECTO

En este apartado se muestran distintos estudios realizados por distintos investigadores, lo cual permitió conocer bajo qué términos trabajaron su investigación y concluir en lo que se ha trabajado y desde que perspectiva, en relación con el tema de estudio de esta investigación.

Hernández Vázquez, J. (2010), realizó un estudio de *Habitabilidad educativa de las escuelas*. Marco de referencia para el diseño de indicadores. Es un documento que pretende contribuir a la falta de marco conceptual que apoye la reflexión y el desarrollo de indicadores sobre las condiciones en que operan los servicios educativos en nuestro país. Hace un análisis desde ocho dimensiones: 1) Disponibilidad de instalaciones y equipamiento, 2) condiciones físicas de instalaciones y equipamiento, 3) confort físico en el

aula, 4) espacio educativo, 5) sustentabilidad de la escuela, 6) higiene y seguridad física en la escuela, 7) accesibilidad de la escuela y 8) disponibilidad de infraestructura y servicios de apoyo en la zona de asentamiento. El autor plantea lo siguiente:

“La evaluación de la calidad educativa no se constriñe a la medición del logro alcanzado por los alumnos en las pruebas de aprendizaje. Tiene que ver también con qué tan propicios son los espacios escolares para generar ambientes físicos educativamente habitables; es decir, qué tanto ofrecen las condiciones mínimas de bienestar, confort, salud y seguridad física para que puedan dar lugar a procesos eficaces de enseñanza-aprendizaje” (*Hernández Vázquez, J.*, 2010).

En cuanto al confort físico en el aula, menciona cinco aspectos involucrados: confort térmico, ventilación, acústica, iluminación y calidad del mobiliario; considera que los primeros tres son los que tienen beneficios significativos en el aprovechamiento de los estudiantes.

Remess Pérez, M. & Winfiel Reyes, F.(2008), en su artículo *Espacios educativos y desarrollo: Alternativas desde la sustentabilidad y la regionalización*, reflexionan la realidad educativa, a la que se le considera como la plataforma de la transformación social, donde todos los esfuerzos que se realicen en el sentido de mejorar la calidad de la educación, en el sentido de construcción de espacios educativos, dirigen a un desarrollo educativo que favorecen a la población de manera continua y permanente. Es imperante una nueva concepción de espacios educativos, es decir, generar proyectos que superen la idea de los prototipos y de la simple edificación en serie; los espacios escolares deben responder al entorno cultural (modos de vida, actividades, comportamientos), condiciones ambientales (temperaturas, soleamientos, vientos, lluvias, factores geológicos, etc.) y a la situación socioeconómica de cada región. Se deben proporcionar espacios habitables para el desarrollo físico, intelectual y humano. De este artículo sobresalta lo siguiente:

“Así al procurar espacios adecuados, sanos, seguros que faciliten los procesos de aprendizaje, se están aportando los entornos para formar ciudadanos libres, con sentido crítico, capaces de erigirse como actores decisivos de su comunidad, con valores y con una fuerte espiritualidad que les permitirá trascender” (*Remess Pérez, M. & Winfiel Reyes, F.*, 2008:1).

En el mismo contexto, pero con un estudio en El Salvador, *Mejía Fernández, J. (2010)*, publicó un artículo que llamó: *Aplicación de arquitectura bioclimática en centros escolares rurales de El Salvador*. Donde indaga en la infraestructura educativa, cuestionando los “diseños tipo”, que traen como consecuencia directa edificaciones que no responden a las necesidades reales en cada centro escolar, es decir, se deja de lado la topografía del lugar, la dirección de los vientos dominantes en la zona, la carta solar, la vegetación existente, la orientación óptima de la edificación, el régimen de lluvia en el lugar; elementos que son fundamentales para la arquitectura bioclimática. Por otra parte, el cambio climático que repercute en el mundo entero, es imperativo tomar en cuenta los diseños de arquitectura bioclimática, además de los beneficios obtenidos como confort térmico, visual, ambiental, que son invaluable y se vuelven no una opción sino una necesidad. Al final el autor hace una reflexión que vale la pena resaltar, ya que se acerca a la problemática de este trabajo de investigación, en torno al diseño tipo de escuelas primarias: “no existen soluciones universales en la construcción, como si se tratara de recetas de cocina previamente elaboradas; es necesario entonces compenetrarnos del problema o la necesidad planteada; solo así se puede ofrecer una respuesta adecuada y específica” (*Mejía Fernández, J., s/f: 13*).

En torno al presente trabajo de investigación, se identificó un estudio de diseño y remodelación de aula bioclimática, realizado por el arquitecto *Chávez Juárez, W. (2009)*. El propósito de esta investigación fue el diseño innovador de un aula con componentes bioclimáticos, de tal forma que la temperatura interna fuera disminuida sin la utilización de equipos eléctricos. Se trató de solucionar de forma concreta los problemas de diseño tradicional, de tal manera que las estructuras se adapten al clima en el que se encuentran, ahorrando energía y aportando mayores niveles de confort a los alumnos en su proceso de enseñanza-aprendizaje. Como desarrollo, se estudió la ventilación del espacio, la luz solar, aspecto social, aspecto económico y medioambiental. El resultado de este proyecto podría ser utilizado como modelo en aulas bioclimáticas para escuelas públicas.

Existen estudios que se acercan más al tema de estudio en cuestión, uno de ellos es *Zavaleta Ramos Herrera*, su investigación tiene el objetivo de evaluar el confort térmico de estudiantes en salones de clases de la Universidad Veracruzana a partir de parámetros físicos, encuestas, todo esto apoyado por el uso de herramientas estadísticas. Con lo que

se pretende describir la sensación térmica que los alumnos experimentan y la probabilidad de sentirse en confort en estas facultades.

Aunque este estudio no busca una solución a la problemática, sino, sólo hace un análisis desde la perspectiva de la estadística; el tema de confort térmico en relación con alumnos y salones de clases es paralelo a mi investigación.

Entre los materiales utilizados en la evaluación de confort térmico, fue un medidor de estrés térmico que registra ciertas variables meteorológicas como es: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, humedad relativa y temperatura de globo negro. Complementado por un cuestionario para conocer la sensación térmica de los estudiantes. La cual obtuvo datos como: edad, peso, altura, sexo, estado de salud, sensación térmica (frío - calor), preferencias de temperatura y tipo de vestimenta.

A partir de este levantamiento de datos, se realizó un análisis de la relación entre la facultad y la sensación térmica de los estudiantes. Posteriormente, se dan los resultados de la probabilidad de sentir el confort térmico en temporada cálida y fría.

En la misma línea de confort térmico, el investigador *Ríos Moreno José Gabriel* en su tesis doctoral, *Confort térmico y lumínico para edificios inteligentes*; presenta el desarrollo de un sistema integral de confort térmico y lumínico para edificios de salones de clases. A través de la determinación de un modelo predictor de temperatura al interior de un edificio, así como el análisis de las variables del clima exterior e interior. En el tema de confort lumínico, se plantea un sistema inalámbrico de monitoreo de iluminación, de esta manera reducir el consumo de energía eléctrica al implementar un sistema de control automático.

En la etapa de confort térmico, se apoya en herramientas de simulación computacional para la estructura de los modelos auto-regresivos y para determinar la percepción de la calidad ambiental al interior de los salones de clases, se toma a consideración los parámetros de la norma internacional ASHRAE (ASHRAE, 2004).

El monitoreo de temperatura, se realizó a través de la colocación y distribución de sensores de forma tridimensional y estratégica, al interior y exterior del edificio. A partir de este monitoreo se desarrolló un modelo matemático para predecir la temperatura en el edificio inteligente de salones de clases.

Se identificó un estudio interesante que aborda el tema *La temperatura ambiental y su vinculación con el aprovechamiento escolar*, publicado por *Hernández Barreda, G. y Gómez Amador, A.* Este trabajo, muestra los resultados del análisis de los niveles de temperatura de seis aulas, correspondientes a tres escuelas secundarias de la ciudad de Colima y de su relación con el aprovechamiento escolar de los alumnos. La selección de las escuelas se realizó valorando los resultados de sus indicadores educativos, y se constituyeron dos grupos: el de las escuelas sin problemas “graves” de aprovechamiento escolar, y el que representa a las escuelas con problemas.

Este modelo fue muy útil para definir la metodología de mi investigación, por la proximidad de sus particularidades, donde el análisis de las temperaturas en las aulas es el protagonista.

- **SÍNTESIS**

La información obtenida de la distintas fuentes consultadas, permitieron conocer el panorama general en el tema de sustentabilidad, el cual solo fue el punto de partida para indagar y ubicar a los autores que han trabajado en la línea de investigación que se desea enfocar el proyecto. Se encontraron desde bases muy generales, hasta modelos y metodologías para lograr el confort térmico.

Sin embargo, fueron dos citas de distintos autores, que lograron cambiar mi perspectiva de arquitectura sustentable, y desde mi punto de vista van más allá de lo literal:

“Desde un punto de vista estrictamente energético, el mejor edificio es el que no se construye”. (González Díaz, M., 2004:25).

“La energía más limpia que existe es la que no se consume, ya que no causa ningún efecto en el medio”. (Moreno Coronado, T, et al., 2012:12).

En el tema de confort térmico, se han realizado una diversidad de estudios, enfocados en su mayoría en vivienda o en su defecto edificios aislados y muy particulares. Por otro lado, en el ámbito de espacios educativos, se ha trabajado poco en cuanto a las condiciones de confort y adecuaciones sustentables.

Existen solamente normativas en la infraestructura física educativa, como sistemas constructivos, análisis de sitio y demás, incluso se cuenta con una norma que se refiere a la instalación de aire acondicionado, el cual proporciona herramientas para determinar el

equipo adecuado, según características de cada espacio y actividad que se realice. Sin embargo, no se profundiza en la aplicación de estrategias pasivas antes de determinar la aplicación de un sistema de acondicionamiento. Con la investigación se pretende aportar en el tema de confort térmico en los espacios de educación, desde una perspectiva bioclimática.

2.2 REFERENCIAS CONCEPTUALES DEL TEMA

Para desarrollar la investigación es preciso partir de una base teórica, que se fundamenta en conceptos y estudios que han realizado distintos autores expertos en el tema. Se presentan siguiendo una lógica de lo general a lo particular.

Como primer concepto básico, se señala desarrollo sustentable, el cual se generó en el Informe de Bruntland, dicha conceptualización se sigue considerando en la actualidad. Se define así:

“Es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. (Bruntland, G., 1987:40).

Existe una diversidad de definiciones de arquitectura, y además con perspectivas distintas. No obstante, se identificó una conceptualización que viene muy bien para el presente trabajo de investigación:

“Aquella envolvente que no sólo, delimita espacios que el hombre necesita para el desarrollo de su vida cotidiana, sino que, también, los dota de las condiciones de confort necesarias para tal fin”. (Núñez Carrasco, R., 2012:16).

En base a lo anterior el mismo autor en su libro bioclimática, sostenibilidad y ahorro de energía, deriva lo siguiente:

“Los espacios interiores generados por la arquitectura, deben estar dotados de las condiciones de temperatura y humedad necesarias para poder desarrollar, en una situación de confort, las actividades para las que fueron diseñados”. (Núñez Carrasco, R., 2012:17).

Para definir el concepto de arquitectura bioclimática, se tomaron tres puntos de vista de distintos autores, el primero de Manuel Viqueira Rodríguez, en su libro Introducción a la arquitectura bioclimática:

“La arquitectura bioclimática como una arquitectura sensible a su entorno, tiene como objetivo fundamental obtener mediante el diseño, ambientes en confort natural para el desarrollo adecuado de las actividades humanas”. (Rodríguez Viqueira, M., 2005:181).

Una segunda definición por Rodrigo Núñez Carrasco:

“Arquitectura bioclimática es aquella que estudia e intenta minimizar al máximo la alteración que provoca en la Naturaleza, y que, para ello, intenta sacar al máximo partido de los recursos naturales disponibles, (radiación solar, vientos, precipitaciones, vegetación, materiales, etc.) adaptándose al medio en el que se ubica”. (Núñez Carrasco, R., 2012:60).

Por último, el punto de vista de González Díaz en su libro *Arquitectura sostenible y aprovechamiento solar*:

“Arquitectura bioclimática (bios-vida y clima-orientación). Procede de un riguroso estudio de circunstancias que rodean al edificio y las relaciones que se establecen entre los flujos energéticos del interior y el exterior”. (González Díaz, M., 2004:10).

A partir de las definiciones de estos autores, formaré mi propio concepto de Arquitectura bioclimática:

Es una arquitectura sensible a su entorno, que estudia las circunstancias que rodean al edificio y las relaciones que se establecen entre los flujos energéticos del interior y el exterior; determinando ambientes en confort natural para el desarrollo adecuado de las actividades humanas. (Sánchez Cisneros, B., 2014).

De esta conceptualización se desprende la definición de estrategia bioclimática, desglosando primeramente el concepto *estrategia*, definido por Víctor Fuentes Freixanet:

“Conjunto de acciones planificadas y orientadas a la consecución de un fin, pero también puede entenderse como metodología para la solución de ciertos problemas de manera creativa”. (Fuentes Freixanet, V., 2013:141).

Ahora bien, desde la perspectiva bioclimática se concreta así:

“Conjunto de acciones de diseño en relación a los sistemas pasivos y activos que se llevan a cabo para lograr el estado de confort térmico produciendo un ahorro de energía”. (Cortés Rojas, S., 2010:89).

De tal manera, los sistemas pasivos y activos son imperantes en este tema, se definen así:

Los sistemas pasivos se caracterizan por formar parte de la estructura misma de la edificación, aunque acoplados de tal manera a las características del medio ambiente, que pueden captar, bloquear, transferir, almacenar o descargar energía en forma natural y casi siempre autorregulable, según el proceso de climatización implicado. (Morales Ramírez, J., Morillón Gálvez, D., Hernández Gómez, V. & Mesa Arizabalo, N., 2007:36).

“Los sistemas activos de conversión de la energía solar poseen una tecnología específica, que pueden ser muy simple o de alto nivel. Se apoyan en un conjunto de técnicas y ciencias aplicadas para convertir la radiación solar en energía, ya sea en forma de calor (sistemas fototérmicos) o electricidad (sistemas fotovoltaicos), para su uso directo en el edificio. (González Díaz, M., 2004:52).

Un concepto relevante es la eficiencia en las edificaciones, donde Silvia Arias Orozco y David Carlos Ávila Ramírez, en su libro Diseño bioclimático en la arquitectura, hacen referencia a ello, empatando su enunciado con el tema de investigación:

La eficiencia de la edificación determinará el consumo de energía, tanto diario como anual; dicho consumo puede verse reducido considerablemente siguiendo criterios de diseño térmico en el uso de materiales de construcción adecuados: la conducción de la energía a través del material, el tiempo que tarda para ello, el aislamiento que impide ese paso, así como el período y tiempo de ocupación del espacio son los parámetros que delimitarán la adecuada utilización de dichos materiales. (Arias Orozco, S. y Ávila Ramírez, D., 2004: 89).

En torno a lo anterior, es preciso definir los conceptos de aislamiento y aislante térmico, el primero lo define Lorena Farrás Pérez de la siguiente manera:

El aislamiento actúa de barrera tanto del aire caliente o frío indeseado del exterior como de posibles fugas del interior deseado. De hecho, el aislamiento es la principal defensa climática de una construcción. (Farrás Pérez, L., 2012:110).

De esta conceptualización, Núñez Carrasco, en su libro define aislante térmico en este tenor:

Se entiende como aislante térmico al material caracterizado por su alta resistencia térmica, o lo que es lo mismo aquel que tiene conductividad muy baja. Los materiales aislantes suponen una barrera al paso del calor entre dos medios con distintas temperaturas. (Núñez Carrasco, R., 2012:32).

El eje principal de la investigación es el confort térmico, el cual se deriva del concepto general de confort, éste se define de la siguiente manera:

Estado ideal del ser humano, un estado que supone bienestar, salud y comodidad. (Croome, D.J. Noise, 1977).

De esta conceptualización, se derivan distintos conceptos que ayudarán a concebir la definición de confort térmico:

Ambiente comfortable. Aquel donde no existe distracción o molestia, de tal manera que las tareas o las actividades placenteras pueden realizarse sin perturbaciones físicas y mentales. (Croome, D.J. Noise, 1977).

Condiciones de confort. El sujeto se encuentra satisfecho y su organismo mantiene el equilibrio térmico, es decir: su temperatura interna se mantiene dentro de los límites fisiológicos normales, sin tener que efectuar para ello ajustes de adaptación a un medio más o menos hostil. (Mondelo, R., Torada, E., Comas Úriz, S., Castejón Vilella, E. y Lacambra, E., 2001:17).

Los parámetros ambientales o de confort, son aquellas características objetivables de un espacio determinado, que pueden valorarse en términos energéticos y que resumen las acciones que, en dicho espacio, reciben las personas que lo ocupan. (Serra Florensa, R., 1999:13).

Los factores de confort, en cambio, son aquellas características que corresponden a los usuarios del espacio. Son por lo tanto condiciones exteriores al ambiente, pero que influyen en la apreciación de dicho ambiente por parte de estos usuarios. Estas condiciones personales serán de distinto tipo: biológico - fisiológicas, sociológicas y psicológicas. (Serra Florensa, R., 1999:13).

En resumen, son los elementos necesarios para lograr el estado de bienestar del hombre dentro de un espacio arquitectónico.

Ahora, se presentan algunos conceptos en torno al tema de inercia térmica. La definición de éstos, es fundamental para el análisis del comportamiento térmico actual de la edificación y la propuesta a desarrollar.

Calor. Está definido como la forma de energía que se transfiere entre dos sistemas (o entre un sistema y sus alrededores) debido a una diferencia de temperatura. El calor se transfiere mediante tres mecanismos: conducción, convección y radiación. (Cengel, Y., 2012:62).

Conducción. Es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas, como resultado de sus interacciones. (Cengel, Y., 2012:92).

Convección. Es el modo de transferencia de energía entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacente que está en movimiento, y tiene que ver con los efectos combinados de conducción y movimiento del fluido: mientras más rápido sea éste mayor es la transferencia de calor por convección. (Cengel, Y., 2012:93).

Conductividad térmica. Es una medida de la capacidad del material para conducir calor. (Cengel, Y., 2012:92).

Inercia térmica. A los materiales constructivos pesados con alta capacidad de almacenar calor se los considera materiales de alta inercia térmica. El uso de este tipo de materiales, al absorber calor en su masa y restituirlo mucho más tarde, permite disminuir las amplitudes de temperaturas interiores en el edificio, logrando que las temperaturas máximas y mínimas se aproximen a las medias. (Collet, E., Maristany, A. & Abadia, L., 1995:68).

$$P = \sqrt{(k)(ce)(p)}$$

Donde:

k = conductividad térmica

Ce = calor específico

p = densidad

Densidad. Cantidad de masa por unidad de volumen. D=Masa/volumen.

Calor específico. Constituye un índice apropiado para medir la capacidad de acumulación térmica de una sustancia y se mide en J/kg grado C. (Tudela, F., 1982:150).

Capacidad térmica. La capacidad térmica de un cuerpo concreto se define como la cantidad global de calor que debe suministrarse a ese cuerpo para que su temperatura ascienda un grado C. (Tudela, F., 1982:151).

- **CONCEPTO ORDENADOR:** Confort térmico

Ahora bien, se ha retomado la postura de varios autores en el tema de confort térmico, cada uno de ellos tiene su particularidad, sin embargo, todos coinciden en distintas expresiones a un estado de bienestar, pues fue así como se define confort.

El confort térmico depende fundamentalmente de la existencia de un entorno en el que el cuerpo pueda eliminar calor al ritmo de su metabolismo sin que por ello deba transpirar o tiritar de forma desagradable. (Mazria, E., 1985:73).

Confort térmico. Manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente. (Mondelo, R., Torada, E., Comas Úriz, S., Castejón Vilella, E. y Lacambra, E., 2001:75).

Confort térmico. Aquel estado de satisfacción con las características térmicas del ambiente, cuya condición básica, generalmente, es que exista el equilibrio térmico sin necesidad de sudar. (Mondelo, R., Torada, E., Comas Úriz, S., Castejón Vilella, E. y Lacambra, E., 2001:76).

El confort térmico puede definirse como una sensación de bienestar en lo que se refiere a la temperatura. Se basa en conseguir el equilibrio entre el calor producido por el cuerpo y su disipación en el ambiente. (Ruano, M., 2007:38).

Las definiciones del concepto confort térmico, se integran a partir de las siguientes palabras clave: estado de satisfacción/bienestar, cuerpo humano, ambiente, temperatura y calor. Partiendo de ello, se genera una sola definición:

“Estado de satisfacción o bienestar, el cual depende de las características térmicas del ambiente y el calor producido por el cuerpo humano, donde no existe distracción y molestia, de tal manera que las actividades puedan realizarse sin perturbaciones físicas y mentales”. (Sánchez Cisneros, B., 2014).

- **REFERENTE EMPÍRICO:** Aulas de educación primaria.

El concepto de aula es imprescindible en esta investigación, pues se convierte en el objeto de estudio empírico, Juan Manuel Hernández Vázquez en su documento Habitabilidad educativa de las escuelas, lo define así:

El aula es el espacio privilegiado donde se desarrollan los procesos cotidianos de enseñanza-aprendizaje. (Hernández Vázquez, J., 2010:6).

Hernández Vázquez, percibe el aula como un espacio privilegiado, que desde mi punto de vista lo es, pues es ahí donde el conocimiento se hace presente y los alumnos lo reciben, por ello es tan importante que sea en óptimas condiciones físicas, es decir, que el espacio arquitectónico donde se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje sea a el más adecuado y no existan distracciones de incomodidad.

El mismo autor, Juan Manuel Hernández Vázquez, describe ocho dimensiones sobre los aspectos que afectan los procesos de enseñanza-aprendizaje en las aulas:

1. Disponibilidad de instalaciones y equipamiento de la escuela.
2. Condiciones físicas de instalaciones y equipamiento.
3. Confort físico en el aula (ventilación, temperatura, control acústico, iluminación y mobiliario).
4. Espacio educativo (amplitud, versatilidad y apariencia estética).
5. Sustentabilidad de la escuela.
6. Higiene y seguridad física en la escuela.
7. Accesibilidad de las instalaciones educativas.
8. Infraestructura y servicios en el vecindario.

Coincido con el autor, con respecto a las distintas dimensiones que presenta, pues en conjunto se logran los niveles de habitabilidad educativa. Sin embargo, solo el punto dos protagonizará esta investigación, teniendo a consideración los demás, si en tal caso influyen o no en éste.

Por otra parte, INIFED en su normativa, define salón de clases de la siguiente manera: Espacio destinado a la impartición de materias que corresponden a las áreas del conocimiento básico. (Instituto Nacional de la infraestructura física educativa, 2013).

Ahora bien, es importante conocer cómo define SEP la educación primaria, para familiarizarse con las actividades que se realizan en un aula de educación primaria:

Es el segundo nivel de la Educación Básica, donde los niños y niñas aprenden a leer y escribir para comunicarse, desarrollan sus habilidades matemáticas, aprenden a convivir, a explorar el mundo, comprenderlo y desarrollarse como personas. Se atienden niños de 6 a 14 años de edad.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 PREGUNTAS GENERADORAS

- **PREGUNTA CENTRAL**

La pregunta de investigación orienta hacia las respuestas que se buscan con la investigación. En este caso se formuló la siguiente:

¿Cómo lograr el confort térmico en las aulas de la escuela primaria Domingo Becerra Rubio ubicada en Tepic, Nayarit?

Está constituida por tres elementos: un pronombre interrogativo, un concepto teórico y un referente empírico. Entonces en la pregunta planteada, indica que la investigación busca una solución para lograr el *confort térmico*; el **cómo** busca las formas de conseguirlo y las *aulas de la escuela primaria Domingo Becerra Rubio* se sitúan como la dimensión empírica donde se aborda el estudio.

- **PREGUNTAS SECUNDARIAS**

¿Cuáles son los elementos del medio físico natural y climático que caracterizan a la ciudad de Tepic, Nayarit?

Actualmente, ¿cuál es el comportamiento térmico de las aulas de la escuela primaria Domingo Becerra Rubio? ¿Qué factores intervienen y cuáles son sus consecuencias?

A través del diseño bioclimático y bajo principios sustentables, ¿cuáles son las estrategias más adecuadas para lograr confort térmico en los salones de clases?

¿De qué manera se puede replicar la propuesta en otros planteles de educación primaria en Tepic, Nayarit?

3.2 HIPÓTESIS

1. Es posible lograr el confort térmico en aulas de educación primaria de Tepic Nayarit, a través de la aplicación de estrategias bioclimáticas, que responda al contexto físico natural, artificial y a las necesidades del ambiente térmico de los usuarios.

2. Es posible replicar la solución del caso dado en planteles de educación primaria en Tepic Nayarit que compartan la misma tipología y sistema constructivo.

3.3 OBJETIVOS

- **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta de adecuación bioclimática para lograr el confort térmico en las aulas de la escuela primaria Domingo Becerra Rubio ubicada en Tepic, Nayarit. De acuerdo al diagnóstico que determine las condiciones térmicas en las que se encuentran y los factores que las generan, ya sean naturales o artificiales.

- **OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Describir las características de los elementos del medio físico natural de la ciudad de Tepic, Nayarit, como parte preliminar y fundamental para el desarrollo del proyecto y la definición de su contexto. Identificar características hidrológicas, topográficas, climatológicas y geometría solar del sitio.

3. Identificar causas y consecuencias del comportamiento térmico de los elementos que componen las aulas de la escuela primaria Domingo Becerra Rubio y sus relaciones. Reconociendo rasgos de ubicación, orientación, distribución y sistema constructivo. Así como las necesidades y requerimientos de los usuarios.

3. Diseñar una propuesta de adecuación bioclimática y con principios sustentables, para lograr condiciones de confort térmico en las aulas de educación primaria.

4. Formular los criterios de replicabilidad a partir de la propuesta del caso de estudio. Adaptable a escuelas primarias de la ciudad de Tepic que compartan la misma tipología y sistema constructivo.

3.4 POSTURA EPISTÉMICA

Toda investigación se hace desde una postura epistemológica, es decir, desde una manera de entender qué es la realidad, el conocimiento, y como se construye éste (Vargas Beal, X., 2011).

El proyecto va a adoptar principalmente la positivista, bajo este paradigma el conocimiento es la posesión de una verdad objetiva e irrefutable, donde la realidad es observable y medible (Vargas Beal, X., 2011). La investigación partirá de ello, pues se quiere demostrar una verdad, a través de cálculos, mediciones, obtención de datos concretos, etc., en relación con el confort térmico y las condiciones de un espacio arquitectónico. Se

complementa con el paradigma hermenéutico, donde la realidad es subjetiva e interpretable; de esta manera es posible abordar la percepción de los usuarios.

3.5 ELECCIÓN METODOLÓGICA

La metodología establece las fases, momentos y los niveles que el investigador utiliza para comprender su objeto de estudio y cumplir los objetivos que se ha establecido en su tarea de indagación (Velázquez Ramírez, J., s/f). Por ello, es imprescindible decidir qué se va hacer, en qué secuencia y para conseguir qué. La metodología puede definirse como cualitativa, cuantitativa o mixta. En este caso, se caracteriza por aplicarse una metodología mixta, con la posibilidad de abordar la realidad desde una perspectiva tanto cuantitativa como cualitativa.

La selección de la metodología, desprendió el análisis de distintas investigaciones que abordaron el tema de arquitectura bioclimática o de manera particular el confort térmico en salones de clases. Sin embargo, el autor Víctor Armando Fuentes Freixanet, en su libro *Clima y Arquitectura* (2004) presenta una metodología de arquitectura bioclimática que se apega a los objetivos de esta investigación y al mismo tiempo sintetiza los modelos de los demás estudios revisados. Es importante mencionar, que este desarrollo está fundamentado en aportaciones de Olgyay, Givoni y Szolokolay.

Se retomó la estructura general de dicha metodología y se realizaron adecuaciones para ajustarse a los objetivos de la presente investigación.

1) **Análisis del sitio y del entorno.** Este estudio permitirá visualizar las variables naturales y artificiales del contexto, para lograr una integración del proyecto y aprovechar los beneficios que provee el entorno y controlar los elementos desfavorables.

- Ubicación geográfica
- Medio natural. Reconocer los rasgos hidrológicos, topográficos y geográficos de la ciudad de Tepic, Nayarit.
- Medio artificial:
 - Actividades económicas. Se refiere al conocimiento del uso de suelo, para evitar la destrucción o deterioro de un medio ambiente cultural, así como las condicionantes.
 - Infraestructura y equipamiento.

2) **Climatología.** Es información clave para el diseño bioclimático, es un factor fundamental para el desarrollo de la vida en general y condicionantes de la arquitectura. Se requieren los siguientes datos de la ciudad de Tepic:

- Clima
- Temperatura
- Precipitación
- Humedad
- Evaporación
- Viento

3) **Análisis de geometría solar.** Siendo un elemento del clima, se estudiará de manera particular ya que es fundamental para el proyecto bioclimático:

- Radiación solar
- Gráficas solares
- Tablas horarias

4) **Análisis bioclimático.** Con base a los datos climatológicos, realizar un estudio bioclimático para identificar los requerimientos de climatización, en relación con el confort del ser humano. Como resultado es posible establecer las estrategias de diseño más adecuadas. Incluye lo siguiente:

- Análisis paramétrico (mensual y anual)
- Definición climática
- Tablas de Mahoney
- Datos climáticos horarios
- Matriz de climatización

5) **Análisis del edificio.** Que permita reconocer las características de la escuela primaria. De tal manera, se pueden identificar factores que influyen en la situación problema.

- Configuración del conjunto
- Caracterización térmica del aula.
 - Monitoreo de temperatura y humedad relativa
 - Comportamiento térmico de la envolvente

6) **Análisis del usuario.** Analizar y evaluar los requerimientos de confort en relación con los requerimientos funcionales y espaciales del proyecto.

- Características del usuario
- Horarios y uso del espacio
- Percepción térmica del usuario

7) **Diseño de la propuesta de solución.** En este paso se concluye lo analizado anteriormente, al plantear una solución sustentable que dé respuesta a la problemática. Para lograrlo es preciso realizar lo siguiente:

- Definir las estrategias de diseño bioclimático que permitan mejorar la calidad del ambiente térmico de las aulas.
- Estudiar alternativas de materiales que ayuden a implementar las estrategias de diseño bioclimático.
- Estudiar e identificar ecotecias que puedan apoyar al diseño bioclimático.
- Desarrollar una propuesta con principios bioclimáticos para lograr condiciones de confort térmico en las aulas de educación primaria. Con el apoyo de herramientas como: simulación en el software Autodesk Ecotect y Aplicación de la NOM-008-ENER-2001.

8) **Criterios de replicabilidad.** A partir de la propuesta de solución del caso de estudio, definir los elementos que definen la tipología de las aulas, para la posible adaptación a escuelas primarias de Tepic, Nayarit.

3.6 SELECCIÓN DE TÉCNICAS Y DISEÑO DE INSTRUMENTOS

Según Vázquez Ramírez, J., las técnicas de investigación son los instrumentos o procedimientos que son utilizados para acercarse a la realidad de estudio, que responden a los intereses u objetivos del estudio. Se pueden utilizar fuentes directas o fuentes indirectas, siempre y cuando permitan conocer información sobre el caso de estudio.

Para efectos de este proyecto se han seleccionado las siguientes:

3.6.1 OBSERVACIÓN DIRECTA

Son observaciones y registros realizados directamente en sitio por un investigador. Sirven al propósito de ver y registrar detalladamente objetos, conductas individuales o sociales,

procedimientos, relaciones, etc. Con esta técnica se tiene una mirada curiosa que intenta captar y describir la realidad. (Vargas Beal, X., 2011).

A través de visitas al sitio se podrá identificar lo siguiente:

a) Escuela primaria Domingo Becerra Rubio

Con el objeto de conocer las características, condicionantes y oportunidades del proyecto, es necesario identificar las particulares del plantel y de las aulas.

Observables:

1. Configuración del conjunto. Siendo este el contexto inmediato de la unidad de análisis en cuestión (las aulas). Considerando lo siguiente:

- Ubicación
- Orientación
- Distribución general de espacios
- Disposición de las aulas
- Ubicación y características de patios y áreas deportivas.
- Identificación de áreas verdes (especie y ubicación).
- Funcionamiento del plantel.
 - Turnos (horarios)
 - Grupos y grados

2. Aulas. Identificar los módulos de aulas existentes y sus rasgos físicos.

- Sistema constructivo
- Morfología
- Orientación
- Características de los elementos de la envolvente (cubierta, muros, vanos y pisos).
 - Materiales
 - Color
 - Estado de conservación

3. Usuarios. Es necesario indagar en lo siguiente:

- Edad

- Genero
- Vestimenta
- Actividades que realizan y uso del espacio
- Comportamiento

• **RESULTADOS.** Se efectuó con la finalidad de reconocer las características generales de la escuela primaria Domingo Becerra Rubio. La primera visita al sitio se realizó el día 17 de junio de 2015 durante el turno matutino y vespertino. Como primer acercamiento, se realizó un recorrido general al interior de la escuela primaria con el fin de reconocer el sitio. Posteriormente y de manera más puntual se fueron reconociendo las características físicas de cada área y el uso que le dan; permitió identificar los elementos arquitectónicos que lo constituyen, así como las áreas de esparcimiento, recreación y vegetación existente. Se reconocieron las características y composición de las aulas. También fue posible identificar las características y actividades de los estudiantes. Se realizó un levantamiento fotográfico y observaciones que fueron plasmadas en papel. Es importante mencionar que la flexibilidad de esta técnica, permitió ser aplicada y complementada en las siguientes visitas mientras se aplicaban otras técnicas.

Nota. En el punto 4. (Análisis, desarrollo de la propuesta y resultados) se desglosa cada aspecto observado en el plantel.

3.6.2 REVISIÓN DOCUMENTAL

Esta técnica de investigación es una de las principales herramientas para la obtención de información mediante la consulta de materiales escritos, gráficos, sonoros o visuales que contienen datos de interés para el investigador. (Mendo Gutiérrez, A., s/f).

Esta técnica consulta cinco tipos de fuentes: bibliográficas, hemerográficas, telemáticas, audiovisuales, archivísticas. En esta fase de la investigación es necesario consultar fuentes archivísticas, que se refiere a bases de datos, archivos y concentrados especializados. Enseguida se enlistan los sitios que se requiere visitar a través de internet:

FUENTE	SITIO WEB	VARIABLES	HIPÓTESIS O PREGUNTA
INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía)	http://www3.inegi.org.mx	-AGEB(S) correspondiente	INEGI es una fuente importante para la investigación. Es la raíz de distintas bases de datos que se indagarán posteriormente (DENUE, INV, entre otros). Por ello, es importante considerar que la información la maneja a través de AGEB'S. Entonces, para obtener información de este sitio es imprescindible definir ¿cuál es el AGEB que corresponde al proyecto de acuerdo a su ubicación?
DENUE (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas)	http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx	-Entorno urbano -Actividades económicas	La identificación de los establecimientos localizados en el entorno inmediato del centro educativo, permitirá descartar la posibilidad que pueden estar emitiendo calor al ambiente y por consiguiente la escuela puede estarlo recibiendo. O en tal caso, definir qué elementos de las actividades económicas influyen satisfactoriamente al objeto de estudio.
INV (Inventario Nacional de Vivienda)	http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/inv/presentacion.aspx	-Entorno urbano -Características de la vivienda -Infraestructura	Las características de las viviendas que rodean al plantel, son parte de la definición de la población, su estilo de vida y su cultura. El aspecto social es elemental para la presente investigación. Además, es importante conocer si se cuenta con los servicios de infraestructura básica, lo cual puede influir en la propuesta de solución.
INEGI	http://www.inegi.org.mx/	-Medio físico natural:	¿Cuáles son los rasgos del medio físico natural? ¿Influye o no en la situación problema planteada?

		-Topografía -Hidrografía	
CONABIO	http://www.conabio.gob.mx/	-Clima	Esta base de datos, ¿cómo define al clima de Tepic, Nayarit?
SMN (Servicio Meteorológico Nacional)	http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75	-Normales climatológicas: -Temperatura -Precipitación -Evaporación	A partir de las estadísticas meteorológicas de un período de 30 años, es posible conocer el comportamiento de las variables climatológicas.
Observatorio Meteorológico de Tepic	Oficina localizada en Tepic, Nayarit	-Temperatura -Humedad relativa -Precipitación -Evaporación -Vientos	Para complementar la información que comparte el SMN, se debe solicitar las estadísticas meteorológicas mensuales de la ciudad de Tepic, de al menos 2 años atrás.
CEMABE (Censo de escuelas, maestros y alumnos de educación básica y especial)	http://cemabe.inegi.org.mx/	-Número de escuelas primarias del sector público. -Equipamiento -Servicios -Ubicación	¿Cuántas escuelas de educación primaria del sector público hay en Tepic y en qué condiciones se encuentran? ¿Cuál es su ubicación? ¿Con qué tipo de equipamiento y servicios cuenta el entorno inmediato?
SNIE (Sistema Nacional de Información de Escuelas)	http://www.sniesep.gob.mx/SNIESC/	-Turno -Total de alumnos	El turno del plantel es un factor imperante, ya que la percepción térmica dista al tomar clases por la mañana o por la tarde. El número de alumnos por grupo influye en la temperatura interior de un aula.

		-Número de grupos por escuela -Alumnos por grupo	¿Cuál es el promedio de grupos por escuela?
--	--	---	--

Tabla 1. Revisión documental

Fuente. Elaboración propia.

- **RESULTADOS.** Esta revisión se realizó los días 30 de junio y 1 ° de julio de 2015. Se consultó principalmente en bases de datos localizadas en la web. En INEGI se consultó el Inventario nacional de vivienda, DENUe y mapas geoestadísticos. Lo cual arrojó la información acerca del clima, topografía, hidrografía y geografía de Tepic, así como las actividades económicas que se realizan en el AGEB donde se encuentra la escuela primaria Domingo Becerra Rubio y población del mismo.

En el sitio web de CONABIO, se obtuvieron los climas que se presentan en la mancha urbana de Tepic. En cuanto las variables climatológicas mensuales, referentes a temperatura, precipitación, vientos dominantes, humedad, evaporación; fueron solicitadas directamente en el Observatorio Meteorológico de Tepic. En la página web del Servicio Meteorológico Nacional, se consiguieron las Normales climatológicas de 1981 al 2010. La información acerca de las primarias de Tepic (cantidad de planteles, ubicación, grupos, alumnos, etc.), se pudo obtener en el sitio web de SNIE y CEMABE.

Nota. En el punto 4. *Análisis, desarrollo de la propuesta y resultados* se desglosa la información obtenida en su apartado correspondiente.

3.6.3 CUESTIONARIO

Es una técnica de investigación caracterizada por la aplicación de un procedimiento estandarizado (las mismas preguntas y opciones de respuesta para todos) con el propósito de obtener información de una muestra representativa de la población que se pretende estudiar. (Silva Medina, Y., 2015).

3.6.3.1 ENCUESTA PARA ESTUDIANTES

a) Objetivo

El objetivo de esta encuesta es descubrir la percepción térmica de los estudiantes durante su estancia en los salones de clases. Además, conocer su reacción ante una situación de discomfort de temperatura y cómo actúa en una zona de confort, las cuales se presentan en distintos momentos durante el día. Por último, conocer cuál es su punto de vista de los salones de clases, si cree que tendrían que mejorar o no. Las encuestas podrán revelar, si situaciones de malestar térmico afecta en el rendimiento académico de los alumnos.

b) Muestra

- Universo muestral: 400 alumnos.
- Porcentaje de error: 5%
- Nivel de confianza: 95%
- Tamaño de la población: 400
- Distribución de las respuestas: 50%
- **Tamaño de la muestra**: 197 alumnos.

c) Introducción

Oral. Este es un cuestionario para conocer las características de tu salón de clases y cómo te sientes mientras realizas actividades en el aula. La información que tú respondas, servirá para mejorar la calidad de tu escuela y para que tus clases sean más agradables y cómodas.

Nota. Antes de iniciar la encuesta, será necesario dar una explicación breve de las estaciones del año e interactuar con los estudiantes si las reconocen o no; se complementará con algunas imágenes impresas o collage que representen cada estación. Con esto, se podrá asegurar que los alumnos puedan comprender las preguntas planteadas y respondan adecuadamente.

d) Cuerpo del cuestionario

Instrucciones. Responde con mucho cuidado y en base a lo que piensas y sientes. No te preocupes por tus respuestas, no hay buenas ni malas, sólo nos interesa saber tu opinión.

Para contestar las siguientes preguntas encierra la respuesta que recoja mejor tu opinión.
Si tienes alguna duda, levanta la mano y te responderemos.

Edad:

¿Eres niño o niña?

Turno: Matutino

Vespertino

Grado:

Grupo:

1. Durante el ciclo escolar, ¿en cuál estación del año prefieres para trabajar en tu salón de clases? Marca con una X tu respuesta:



2. En el salón de clases, en Otoño-Invierno sientes:

a) Mucho Frío

b) Poco frío

c) Nada de frío

3. En el salón de clases, en Primavera-Verano sientes:

a) Mucho calor

b) Poco calor

c) Nada de calor

4. Generalmente al llegar a la escuela, ¿traes puesto un suéter?

a) Sí

b) No

5. ¿A qué hora te lo quitas?

- a) Al llegar a clases b) Antes del recreo c) Después del recreo

6. Durante un día normal, ¿a qué hora disfrutas más trabajar en clase?

- a) Al llegar a clases b) Antes del recreo c) Después del recreo

7. A esta hora sientes:

- a) Frío b) Poco frío c) Ni calor ni frío d) Poco calor e) Mucho calor

8. ¿A qué hora NO te sientes cómodo en tu salón de clases?

- a) Al llegar a clases b) Antes del recreo c) Después del recreo

9. A esta hora sientes:

- a) Frío b) Poco frío c) Ni calor ni frío d) Poco calor e) Mucho calor

10. Esto provoca que te sientas:

- a) Tranquilo b) Muy Tranquilo c) Inquieto d) Muy Inquieto

11. Cuando te sientes así, ¿cómo crees, que es tu concentración durante clase?

- a) Buena b) Muy Buena c) Mala d) Muy mala

12. Durante clases, ¿cómo percibes la entrada de aire a tu aula?

- a) Mucho b) Poco c) Nada

13. ¿Existe suficiente espacio para trabajar en tu pupitre (silla)?

- a) Muy de acuerdo b) De acuerdo c) En desacuerdo d) Muy en desacuerdo

17. Describe, ¿cómo sería tu salón de clases ideal?

18. En este momento, sientes...

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Frío Calor

19. En tu escuela, ¿te agrada que haya árboles en el patio?

- a) Si b) No

¿Por qué?

¡Muchas gracias por tus respuestas, serán muy útiles!

3.6.3.1 ENCUESTA PARA PROFESORES

a) Objetivo

El objetivo de esta encuesta es descubrir la percepción térmica de los profesores durante su estancia en los salones de clases. Además, conocer desde su percepción la reacción de los estudiantes ante una situación de incomodidad de temperatura y cómo actúan en una zona de confort, las cuales se presentan en distintos momentos durante el día. Por último, conocer cuál es su punto de vista de los salones de clases, si cree que tendrían que mejorar o no. Además, las encuestas podrán revelar, si situaciones de malestar térmico afecta en el rendimiento académico de los alumnos.

b) Muestreo

- Universo muestral: 13 profesores.
- **Tamaño de la muestra**: 13 profesores.

c) Cuerpo del cuestionario

Instrucciones. Marque la respuesta que recoja mejor su opinión y su percepción.

Turno: Matutino Vespertino **Grado:** **Grupo:**

1. Durante el ciclo, ¿en cuál estación del año prefiere impartir clases en el aula?

¿Por qué?

2. En el salón de clases, en invierno se siente:

- a) Mucho Frío b) Poco frío c) Nada de frío

3. En el salón de clases, en primavera-verano se siente:

- a) Mucho Frío b) Poco frío c) Nada de frío

4. En primavera-verano en un día normal, ¿a qué hora disfruta MÁS impartir clases?

- a) Al llegar a clases b) Antes del recreo c) Después del recreo d)
Otro_____

¿Por qué?

5. En el momento que indicó, ¿cómo percibe a los alumnos?

- a) Tranquilos b) Muy Tranquilos c) Inquietos d) Muy Inquietos

6. Cuando esto sucede, ¿cómo cree que es la concentración de los alumnos durante clase?

- a) Buena b) Muy Buena c) Mala d) Muy mala

7. En primavera-verano en un día normal, ¿a qué hora disfruta MENOS impartir clases?

- a) Al llegar a clases b) Antes del recreo c) Después del recreo d)
Otro_____

¿Por qué?

8. En el momento que indicó, ¿cómo percibe a los alumnos?

- a) Tranquilos b) Muy Tranquilos c) Inquietos d) Muy Inquietos

9. Cuando esto sucede, ¿cómo cree que es la concentración de los alumnos durante clase?

- a) Buena b) Muy Buena c) Mala d) Muy mala

10. En este momento, siente:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Frío Calor

11. Durante clases, ¿cómo percibe la entrada de aire a su aula?

- a) Mucho b) Poco c) Nada

12. ¿Cree que es suficiente?

- a) Si b) No

13. ¿El aula cuenta con ventilador?

- a) Si ¿cuántos? _____ b) No

14. Si la respuesta fue si, ¿son suficientes?

- a) Si b) No

15. ¿Funcionan correctamente?

- a) Si b) No

16. ¿Ha impartido clases en otro plantel de educación primaria en Tepic?

- a) Si b) No

17. ¿Se presentaban situaciones de incomodidad por altas temperaturas?

- a) Si b) No

18. Desde su percepción, ¿Piensa que altas temperaturas en el aula afecta en el desempeño de los estudiantes? ¿Por qué?

19. ¿Piensa que las aulas requieren modificaciones, que permitan mejorar las condiciones de confort en relación con la temperatura?

20. Comentario personal acerca del tema.

¡Muchas gracias por sus respuestas y su tiempo, serán muy útiles!

• **RESULTADOS.** Se realizaron encuestas a alumnos y profesores de la escuela primaria Domingo Becerra Rubio, con la finalidad de conocer la percepción térmica de estos actores durante clases. Fueron aplicadas en los grados de 4°, 5° y 6° de ambos turnos, el día 19 de junio. Esta actividad fue realizada de manera colectiva, es decir, por grupo de

alumnos donde cada uno respondió su cuestionario. Donde se distinguieron tres aportes significativos en cuanto a la sensación térmica durante su estancia en las aulas, el primero por los alumnos del turno matutino, el segundo por los estudiantes del turno vespertino y por último los profesores.

Nota. En el punto 4 (Análisis, desarrollo de la propuesta y resultados) se desglosan los resultados obtenidos del cuestionario aplicado, en la sección de *Análisis del usuario*.

4. ANÁLISIS, DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS

4.1 SÍNTESIS INTERPRETATIVA DE LOS DATOS ANALIZADOS

En esta sección se incluye la interpretación de todos los datos obtenidos a partir de las técnicas e instrumentos aplicados durante el desarrollo de este trabajo.

4.1.1 ANÁLISIS DEL SITIO Y DEL ENTORNO

4.1.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ciudad de Tepic es la capital del estado de Nayarit, que se localiza al noroeste del país. Tiene una altitud de 935 metros sobre el nivel del mar. Su ubicación geográfica se encuentra comprendida entre $21^{\circ}30'0''$ de latitud norte y $104^{\circ}52'58''$ de longitud oeste.

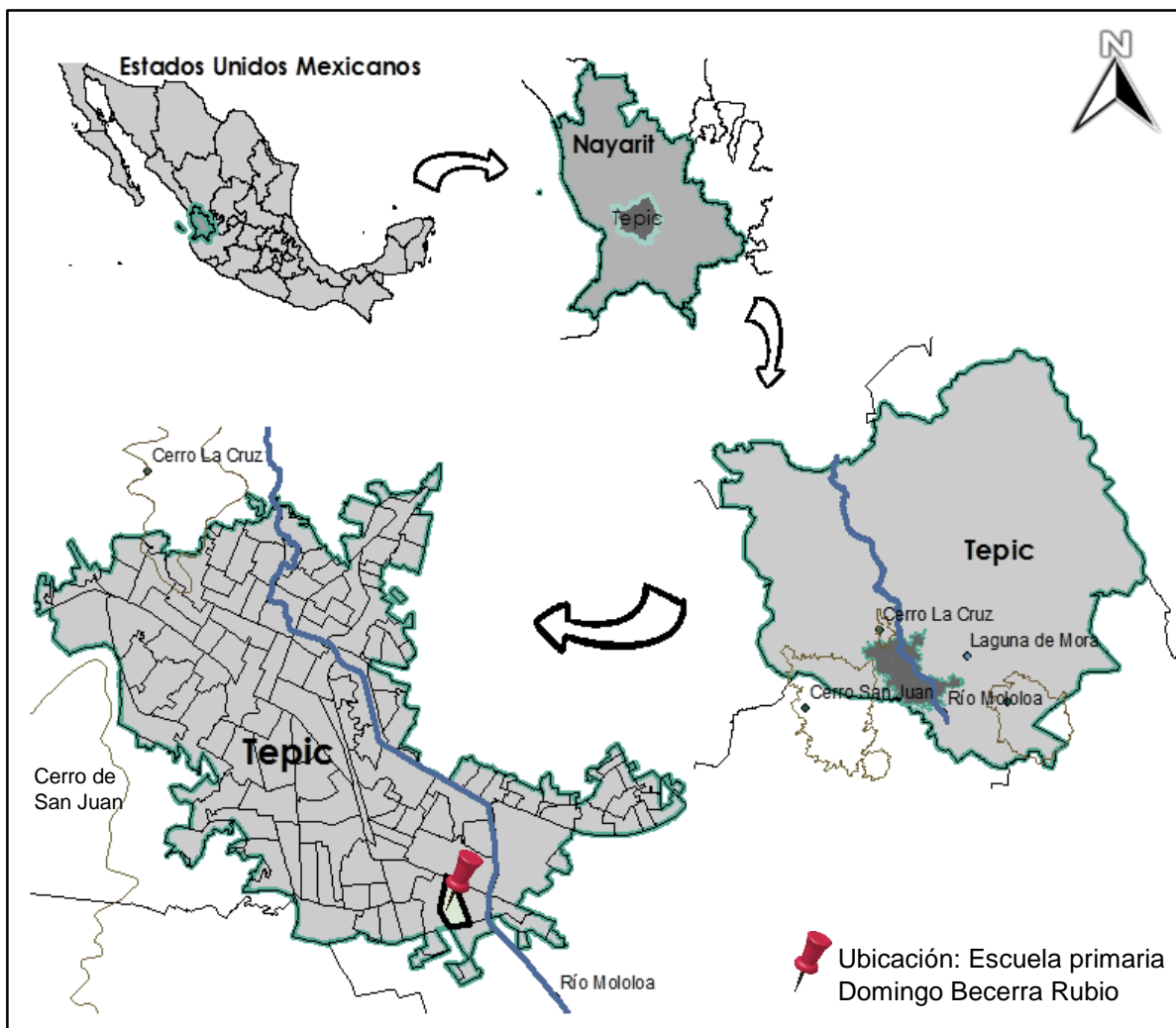


Figura 2. Ubicación geográfica.

Fuente. Elaboración propia, con datos de INEGI.

• UBICACIÓN POR AGEB

Antes de desarrollar la información obtenida, es preciso presentar la localización de la escuela primaria Domingo Becerra Rubio, con domicilio Diana cazadora núm. 371 Col. Miguel Hidalgo, Tepic, Nayarit. Dicha colonia se divide en dos AGEB'S: 1801700010648 y 1801700010652. Sin embargo, el plantel se ubica en el primer AGEB mencionado, como se muestra en la siguiente figura:

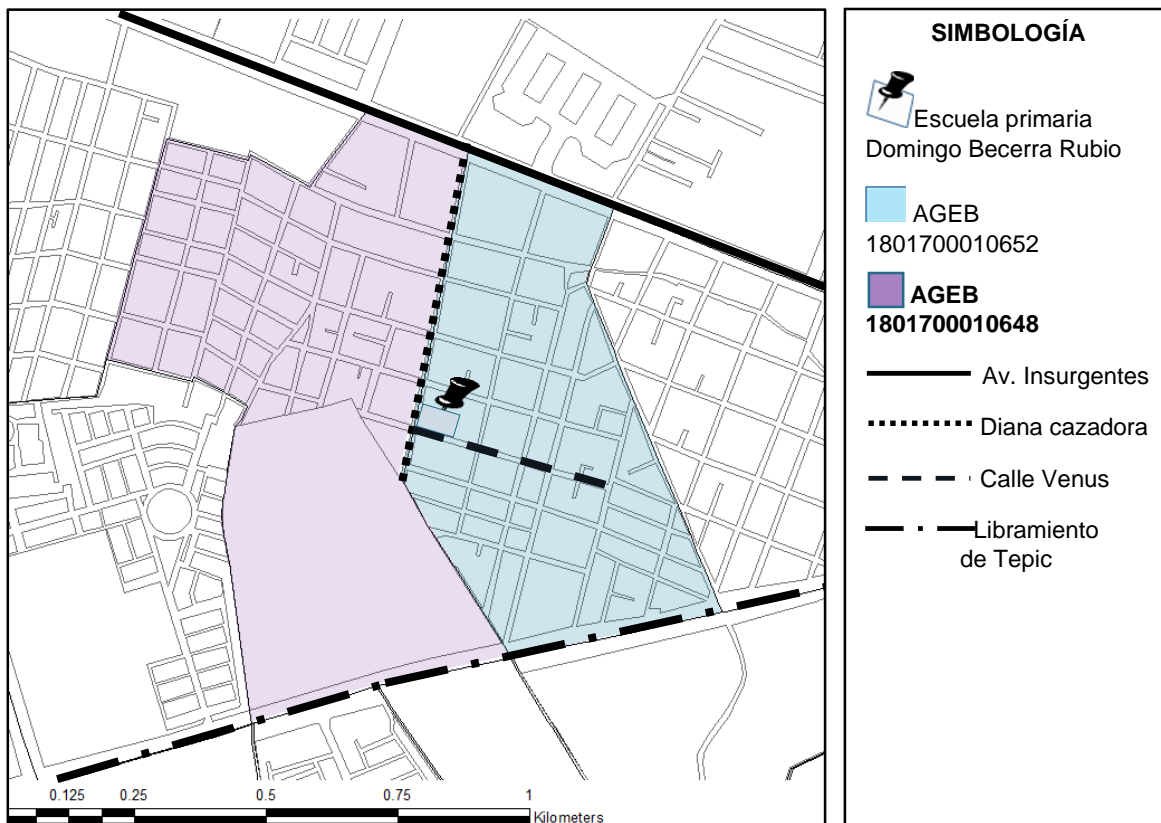


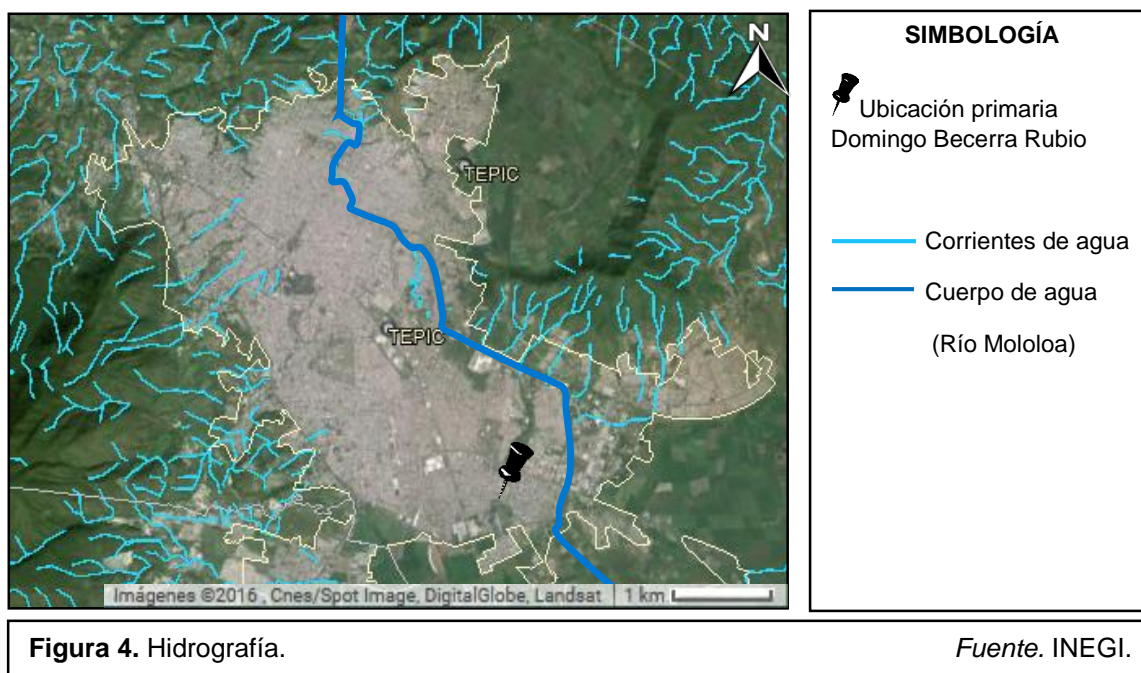
Figura 3. Ubicación AGEB'S.

Fuente. Elaboración propia, con datos de INEGI.

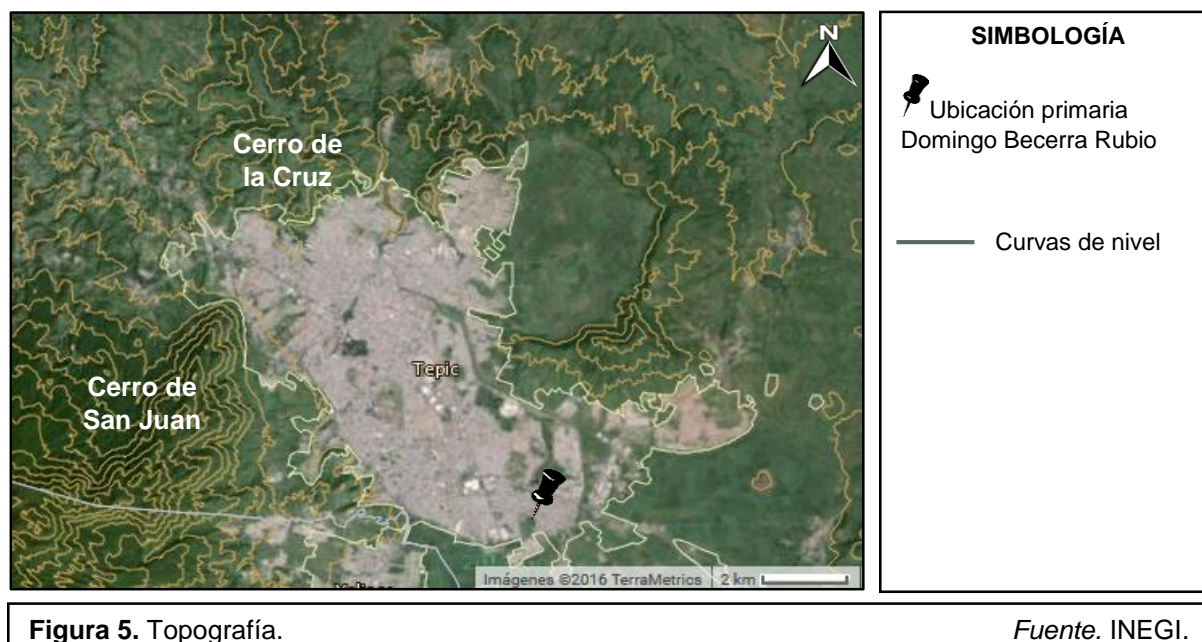
4.1.1.2 MEDIO NATURAL

• HIDROGRAFÍA

La *figura 4* muestra las corrientes de agua que se presentan en la ciudad, nótese que la zona de estudio se encuentra ajena a este fenómeno. Lo más próximo es un cuerpo de agua que cruza la mancha urbana denominado Río Mololoa, localizado aprox. a 1km del plantel.



• TOPOGRAFÍA



En este tema, la imagen (*figura 5*) muestra claramente que la mancha urbana se encuentra rodeada de cerros; sin embargo la ciudad está prácticamente ausente de pendientes y particularmente la zona de estudio.

• VEGETACIÓN

La siguiente imagen, presenta la diversidad de vegetación en el municipio de Tepic. Se destaca la agricultura de temporal lluvioso y de riego. En cuanto a bosque, se puede encontrar coníferas, encino y de montaña; y por último clasificado como selva con variaciones en su vegetación parte del año (sub-caducifolia). Esta información, es una herramienta en la etapa de diseño, fungiendo como referencia en la propuesta de materiales.

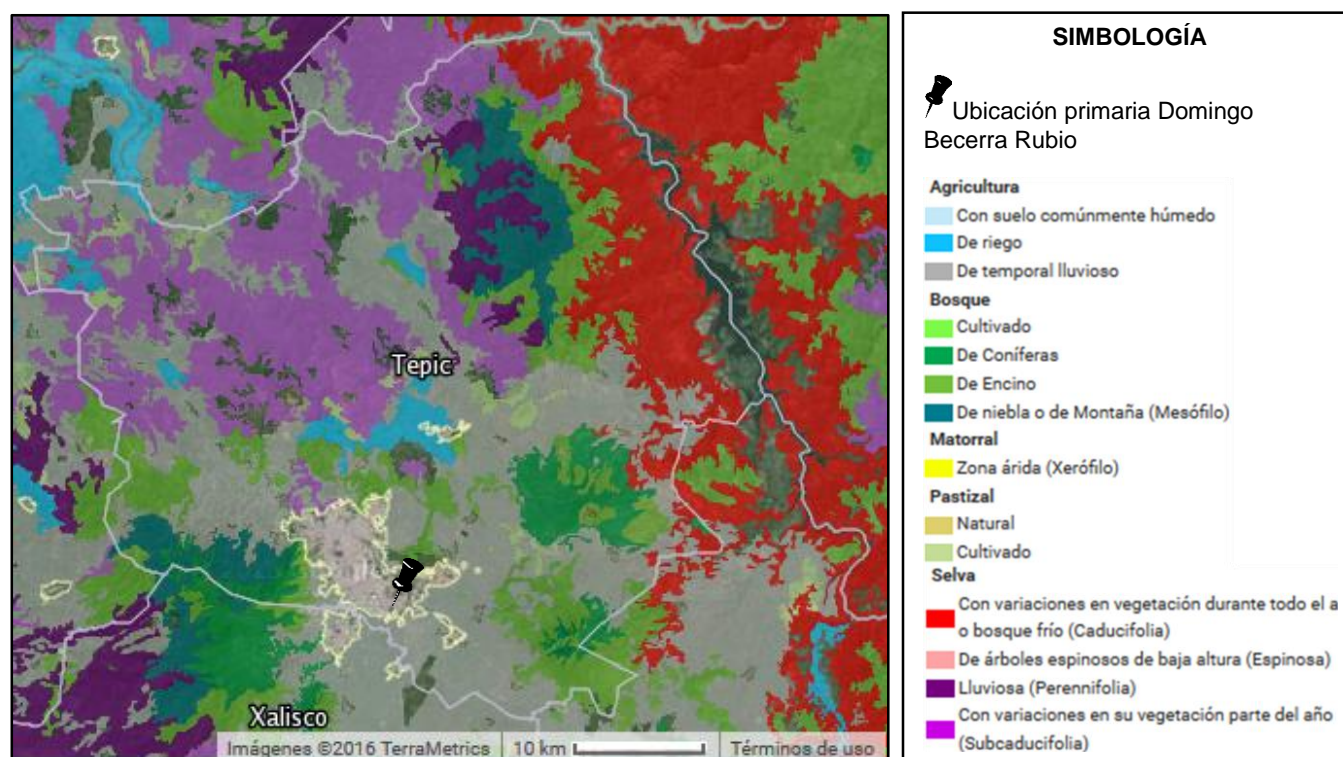


Figura 6. Uso de suelo y vegetación.

Fuente. INEGI.

4.1.1.3 MEDIO ARTIFICIAL

• VIVIENDA

El INV (Inventario Nacional de Vivienda) genera un reporte por AGEB, donde da a conocer el número de las viviendas, cuáles son los servicios básicos de infraestructura urbana con los que cuenta el sitio y la población que habita el AGEB; según el Censo 2010. Destacando que la zona de estudio cuenta 1,052 viviendas solo 882 se encuentran habitadas. La población total es de 3,3342 habitantes; considerando que el rango de edad de 0 a 14 años, corresponde al 20%, que corresponde aquellos que se encuentran en educación básica (preescolar, primaria y secundaria).

INEGI. INVENTARIO NACIONAL DE VIVIENDAS. REPORTE DE ÁREA SELECCIONADA						
Entidad federativa	Nayarit					
Municipio	Tepic					
Localidad	Tepic					
AGEB	1801700010648					
Cantidad de manzanas de la unidad	42					
Manzanas con	En todas las vialidades	En alguna vialidad	En ninguna vialidad	No especificado	Conjuntos habitacionales	0
Pavimento de calles	38	4	0	0	Viviendas	
Banqueta	21	20	1	0	Particulares	1052
Guarnición	12	20	10	0	Habitadas	882
Plantas de ornato	16	26	0	0	Particulares habitadas	882
Rampa para silla de ruedas	0	1	41	0	Particulares no habitadas	155
Alumbrado público	34	8	0	0	Con recubrimiento de piso	876
Letrero con nombre de la vialidad	0	2	40	0	Con energía eléctrica	877
Teléfono público	0	23	19	0	Con agua entubada	846
Drenaje pluvial	0	2	40	0	Con drenaje	877
Transporte colectivo	0	22	20	0	Con servicio sanitario	873
Acceso libre de personas	42	no aplica	no aplica	0	Con 3 o más ocupantes por cuarto	7
Acceso libre de automóviles	42	no aplica	no aplica	0	Población	
Acceso restringido de personas	0	0	no aplica	no aplica	De 0 a 14 años	984
Acceso restringido de automóviles	0	0	no aplica	no aplica	De 15 a 29 años	977
Presencia de comercio semifijo	0	3	39	0	De 30 a 59 años	1162
Presencia de comercio ambulante	0	10	32	0	De 60 y más años	219
					Con discapacidad	76

Tabla 2. Actividades económicas.

Fuente. INV (Inventario Nacional de Vivienda).

• ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Ahora, se presenta la información obtenida en DENUE (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas). La figura 7 muestra las actividades económicas que se realizan en el AGEB 1801700010648, siendo este el contexto inmediato del caso de estudio. Donde se destacan los servicios y el comercio al por menor y por mayor. De manera aislada elementos de construcción, transportes e industrias manufactureras.

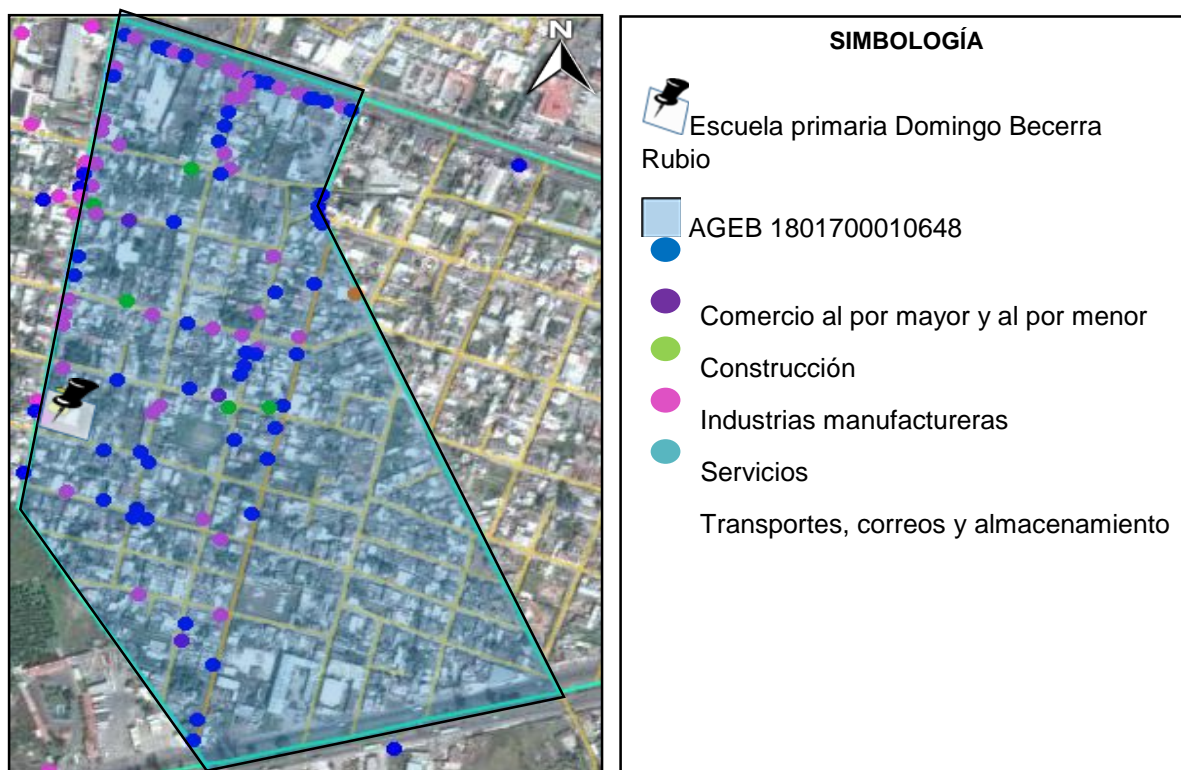


Figura 7. Actividades económicas.

Fuente. DENUE.

Se puede observar en la manzana correspondiente al plantel, prevalece el comercio y los servicios, se han identificado los siguientes:

Servicios: Biblioteca pública municipal, estética, ciber y taller mecánico.

Comercio: papelería y regalos, tres locales de abarrotes y carnicería.

Lo anterior indica que no existe en el contexto inmediato una actividad comercial o industrial, que esté produciendo calor y pudiera estar recibiendo el plantel.

4.1.2 CLIMATOLOGÍA

4.1.2.1 MESOCLIMA

La ciudad de Tepic Nayarit, presenta un clima semicálido subhúmedo del grupo C. **(A)Cw2(w) (e)**. El verano es cálido con régimen de lluvia, mientras en invierno las lluvias son escasas; se muestra oscilación extremosa anual y el clima no es tipo Ganges. La clasificación climática se determinó por los datos de las normales climatológicas de la ciudad de Tepic y la clasificación de Köppen-García.¹ Estos datos coinciden con la clasificación climatológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

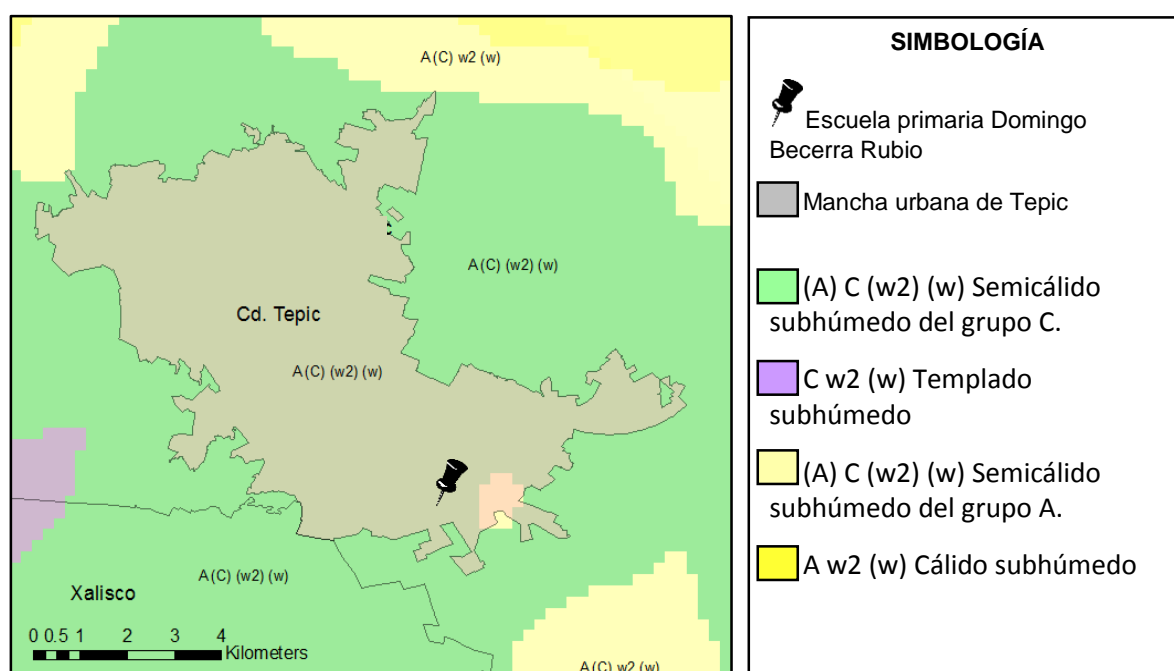


Figura 8. Mesoclima.

Fuente. INEGI.

La agrupación bioclimática busca relacionar las características del clima respecto a los parámetros básicos de confort humano. Para esta clasificación se utilizan como parámetros base la temperatura promedio del mes más cálido y la precipitación promedio anual.

¹ Clasificación climatológica según W. Köppen, modificada por Enriqueta García.

• **Clasificación del clima según el sistema modificado Köppen- García**

I	Datos Generales	
	Ciudad:	Tepic
	Estado:	Nayarit
	Nombre y número de estación:	4
	Coordenadas geográficas	
	Latitud:	21° 30' 0"N
	Longitud:	104° 52' 58"
	Altitud:	935 msnm
	Periodo de Observación	
	Temperatura:	1951- 2010
	Precipitación:	1994- 2014

II	Datos climáticos mensuales y anuales													
		E	F	M	A	MY	J	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
	Temperatura (° C)	16.3	16.6	17.6	19.4	21.4	23.3	23.4	23.3	23.3	21.9	19.3	17.5	20.3
	Precipitación mm	29.5	10.1	7.4	9.1	8.9	170	379	286	222	72.9	17.5	29.1	1239.9

III	Gráficas
	Véase gráfica de temperatura y precipitación.

IV Cuestionario:		
1	Temperatura media anual	20.3
2	Temperatura del mes mas frio	16.3
	Mes más frío	Enero
3	Temperatura del mes mas calido	23.3
	Mes más calido	Julio
4	Precipitación total anual	1239.9
5	Precipitación del mes mas seco	7.4
	Mes más seco	Marzo
6	Precipitación mes mas lluvioso	378.6
	Mes más lluvioso	Julio
7	Porcentaje de lluvia invernal	3.80%
	Época de lluvia	Verano
8	Determinar el régimen de lluvias	De verano
9	Formulas r_h y r_s correspondientes al % de lluvia	
	Formulas r_h	-
	Formulas r_s	-
10	Determinar si el clima es humedo, subhumedo o seco	Subhumedo
	Determinar si el clima es seco (BS) o muy seco (BV)	No

11	Anotar grupo y subgrupo del clima	
	Grupo	C
	Subgrupo	(A)C
12	Determinar el tipo de clima (A o C), húmedo o subhúmedo	Subhúmedo
	Tipo de clima A	-
	Tipo de clima C	a
13	Determinar el subtipo climático según el grado de humedad	
	Cociente P/T	61.2
	Determinar símbolo de acuerdo al cociente P/T Y % de lluvia invernal	w2/w
	Determinar presencia de canícula	No hay canícula
	Número de meses con temperatura mayor a 10° C	12
14	Describir condiciones de temperatura en base a la temperatura anual y la de los meses más fríos y más calientes	con verano calido
15	Determinar oscilación térmica anual	7
16	Anotar el símbolo correspondiente a la oscilación	e
17	Marcha anual de temperatura, determina si la temperatura máxima se presenta antes o después del solsticio de verano; y anota la clave	No es tipo ganges
18	Estación por marcha anual en zona intertropical o extratropical	
19	Escribir el tipo de clima con todas las letras anotadas	C(A)Caw2(w) (e)
20	Clima semicálido subhúmedo del grupo C (templado) presenta oscilación extremo, no es tipo Ganges y no hay canícula.	

Tabla 3. Clasificación climática de Köppen-García.

Fuente. Fuentes Freixanet, V. (2004). Clima y arquitectura.

Por lo anterior, la agrupación bioclimática² para la ciudad de Tepic es considerada templado húmedo, ya que la temperatura media anual es mayor a 18°C y la precipitación pluvial anual es mayor a 1000mm. Estos datos se obtuvieron de la herramienta Bioclimatic Analysis Tool y son corroboradas con el Código de edificación de la vivienda.

² Fuentes, V. (2005). Arquitectura y clima. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

4.1.2.2 DATOS CLIMATOLÓGICOS

TEPIC, NAYARIT.

Latitud: 21°30'0" N

Longitud: 104°52'58" W

Altitud: 935 msnm

FUENTE	VARIABLES CLIMATOLÓGICAS		UNIDAD	AÑOS	MESES												ANUAL
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
a	TEMPERATURA	MAXIMA EXTREMA	°C	35	31.5	33.5	34.5	38.0	35.0	39.0	37.5	38.5	35.2	39.5	36.0	36.5	39.5
a		FECHA	dd/aaaa	n/d	24/2010	27/2003	12/2006	17/2001	28/2001	10/2001	30/2009	16/2009	18/2006	04/2009	14/2008	07/2007	4-oct.-2009
a		PROMEDIO MÁXIMA	°C	35	24.6	25.6	26.8	28.7	30.0	29.2	28.2	28.2	28.0	27.8	27.1	25.3	27.5
a		MEDIA	°C	35	16.3	16.6	17.6	19.4	21.4	23.3	23.4	23.3	23.3	21.9	19.3	17.5	20.3
a		PROMEDIO MÍNIMA	°C	35	8.0	7.6	8.4	10.1	12.9	17.4	18.5	18.5	18.5	16.0	11.5	9.7	13.1
a		MINIMA EXTREMA	°C	35	1.5	-0.4	1.0	0.0	5.5	8.0	12.5	10.0	11.0	6.0	4.0	1.5	-0.4
a		FECHA	dd/aaaa	n/d	03/2008	18/2004	05/2007	01/2003	22/2002	01/2007	28/2005	21/2006	30/2008	25/2007	23/2001	20/2003	13-feb-2004
d		MIN. INTEMPERIE	°C	16	10.6	-13.0	-8.4	-2.6	0.4	-2.4	2.0	0.0	-6.8	5.4	-13.8	-10.4	-13.8
d		FECHA	dd/aaaa	n/d													NOV
b			OSCILACIÓN	°C	35	16.6	18.0	18.4	18.6	17.1	11.8	9.7	9.7	9.5	11.8	15.6	15.6

c	RADIACIÓN SOLAR	INSOLACIÓN TOTAL	h	20	249.0	249.0	303.0	293.0	316.0	222.0	181.0	183.0	156.0	234.0	241.0	221.0	2,848.0
d		TOTAL (Global)	W/m ²	1	609.5	735.0	793.4	766.6	714.0	623.4	551.8	588.0	594.0	588.6	606.3	538.0	642.4
d		DIRECTA	W/m ²	1	458.1	554.7	597.4	588.1	553.9	429.0	343.2	326.8	397.6	410.1	453.9	383.3	458.0
d		DIFUSA	W/m ²	1	151.4	180.3	195.9	178.6	150.1	194.5	208.7	261.2	196.5	178.5	152.5	154.7	183.6
c		MEDIA	hPa	20	911.6	911.2	910.3	909.8	909.4	909.2	910.5	910.0	909.0	909.8	910.9	911.6	910.3

c	PRESIÓN	MEDIA	hPa	20	911.6	911.2	910.3	909.8	909.4	909.2	910.5	910.0	909.0	909.8	910.9	911.6	910.3
---	---------	-------	-----	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

c	HUMEDAD	TENSION MEDIA DE VAPOR	mb	20	15.2	15.2	15.3	15.5	18.6	22.8	23.6	22.8	23.9	22.2	17.8	15.1	19.0
c		RELATIVA MAXIMA	%	20	91.6	91.9	89.9	82.3	83.0	90.0	91.5	91.7	90.7	91.5	89.5	88.2	89.3
c		RELATIVA MEDIA	%	20	73.3	72.1	67.1	61.3	63.1	78.5	79.9	81.0	80.8	78.6	73.2	72.6	73.5
c		RELATIVA MINIMA	%	20	44.7	43.1	39.2	36.0	40.1	56.4	59.6	60.9	61.0	57.1	46.6	45.5	49.2
a		EVAPORACIÓN TOTAL	mm	21	101.5	123.0	174.4	205.0	228.8	193.8	164.1	155.5	131.2	127.5	108.0	94.7	1,807.5
c		TEMP. DE BULBO HÚMEDO	°C	20	12.9	13.1	13.1	13.4	15.0	19.7	20.1	20.4	20.3	18.5	15.4	13.0	16.2

a	PRECIPITACIÓN	TOTAL	mm	35	29.5	10.1	7.4	9.1	8.9	169.7	378.6	285.6	221.5	72.9	17.5	29.1	1,239.9
a		MAXIMA	mm	35	181.2	76.4	177.1	241.6	81.1	364.2	534.3	487.8	381.0	189.9	140.8	138.5	534.3
a		FECHA	aaaa	n/d	1987	1970	1968	1959	1956	1974	1988	1980	1967	1958	1976	1960	JUL-1988
a		MAXIMA EN 24 h	mm	35	103.9	46.9	95.1	69.5	49.0	145.8	146.5	105.0	113.1	103.5	67.5	56.5	146.5
a		FECHA	dd/aaaa	n/d	12/1987	11/1978	04/1968	13/1959	19/1958	20/1974	05/1983	12/1983	17/1986	05/1955	25/1982	25/1982	5-jul.-1983

Tabla 4. Datos climatológicos.

Fuente. Ver siguiente listado.

Fuentes:

- a. Datos obtenidos de las normales climatológicas (periodo 1951-2010) de la Estación meteorológica 00018038 Tepic (latitud 21°30'00" N, longitud 104°53'00" W, altitud 935.0 MSNM) administrada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA).
- b. "Datos calculados" en virtud de no contar con información de esta variable climática en alguna de las normales climatológicas de las estaciones analizadas.
- c. Promedios determinados a partir de lecturas obtenidas en el Observatorio Meteorológico de Tepic (periodo 1994-2014). (Latitud 21°30'00" N, longitud 104°53'00" W, altitud 935.0 MSNM) dependiente del Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA).
- d. "Datos calculados" en virtud de no contar con registros históricos de las componentes de la radiación solar por separado. El cálculo fue con base en Fernández Zayas, J. L. y V. Estrada-Cajigal (1983). Cálculo de la Radiación Solar Instantánea en la República Mexicana, Instituto de Ingeniería, UNAM, serie no. 472, México.

VIENTO MENSUAL													
MESES	PARÁMETRO	UNIDAD	DIRECCIONES								CALMAS (%)	PROMED.	MÁXIMA
			N	NE	E	SE	S	SW	W	NW			
ENERO	Frecuencia	%	3.2	2.3	1.0	3.2	2.6	3.9	12.9	70.3	0.6	12.4	70.3
	Velocidad	m/s	0.8	1.1	1.4	2.1	2.0	1.5	1.7	2.0		1.6	2.1
FEBRERO	Frecuencia	%	3.1	0.7	0.4	1.1	1.8	1.1	14.5	77.0	0.3	12.5	77.0
	Velocidad	m/s	1.6	0.3	0.5	1.0	1.0	1.3	2.3	2.2		1.3	2.3
MARZO	Frecuencia	%	4.3	0.0	0.4	1.0	1.3	0.7	13.9	76.7	1.7	12.3	76.7
	Velocidad	m/s	0.9	0.0	0.5	1.0	0.7	0.8	2.2	2.4		1.2	2.4
ABRIL	Frecuencia	%	4.1	0.0	0.0	1.1	1.1	1.1	13.2	79.6	-0.2	12.5	79.6
	Velocidad	m/s	1.0	0.0	0.0	0.7	0.7	1.2	2.3	2.5		1.4	2.5
MAYO	Frecuencia	%	1.3	0.0	0.0	0.7	0.6	1.3	17.0	79.1	0.0	12.5	79.1
	Velocidad	m/s	1.2	0.0	0.0	0.5	1.2	0.8	2.4	2.6		1.5	2.6
JUNIO	Frecuencia	%	1.0	0.4	0.4	1.0	1.0	1.4	17.6	77.0	0.2	12.5	77.0
	Velocidad	m/s	1.4	0.1	0.5	1.0	4.4	1.5	1.7	2.5		1.6	4.4

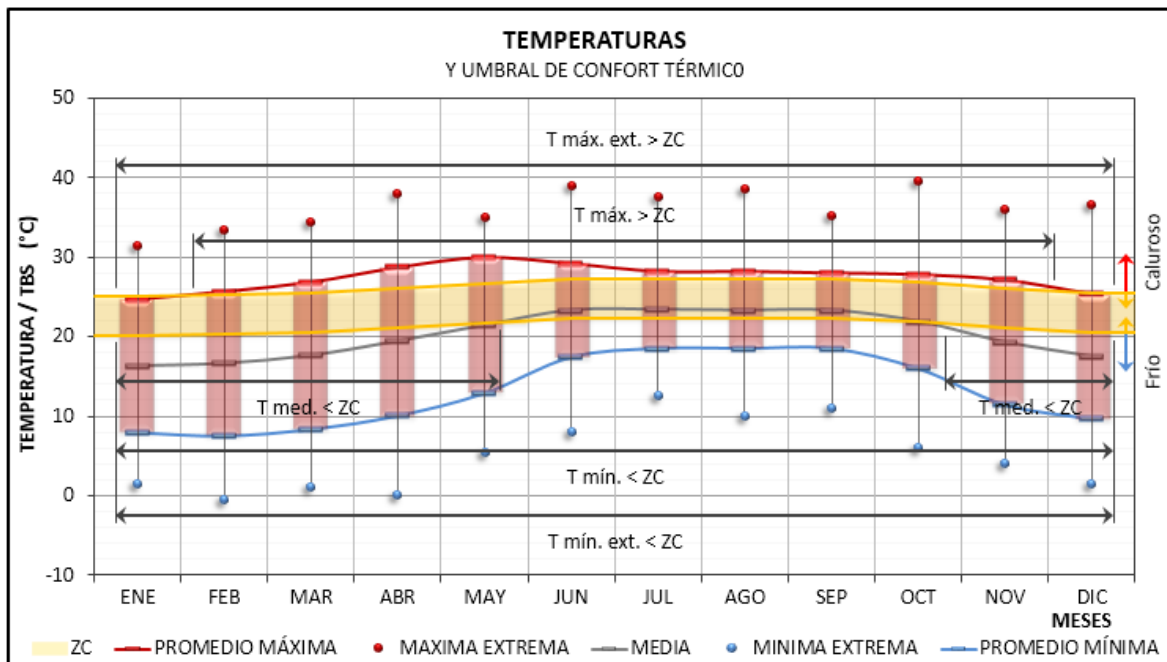
JULIO		Frecuencia		%	2.6	0.7	1.0	3.3	3.6	2.9	18.3	67.7	-0.1	12.5	67.7
		Velocidad		m/s	1.4	1.0	1.2	1.5	1.0	1.7	2.1	2.3		1.5	2.3
AGOSTO		Frecuencia		%	4.5	0.3	1.0	3.9	2.6	2.9	14.8	69.7	0.3	12.5	69.7
		Velocidad		m/s	1.5	0.2	1.1	1.1	2.3	1.6	2.4	2.3		1.6	2.4
SEPTIEMBRE		Frecuencia		%	3.4	1.0	1.0	4.4	2.7	3.0	16.0	68.3	0.2	12.5	68.3
		Velocidad		m/s	1.4	0.4	1.2	0.7	1.3	1.9	1.8	2.4		1.4	2.4
OCTUBRE		Frecuencia		%	2.9	1.3	0.7	4.8	1.3	3.6	17.4	67.7	0.3	12.5	67.7
		Velocidad		m/s	0.6	1.2	1.5	1.4	0.8	1.6	1.8	2.2		1.4	2.2
NOVIEMBRE		Frecuencia		%	4.7	2.0	0.0	3.0	2.7	3.4	11.4	72.8	0.0	12.5	72.8
		Velocidad		m/s	1.2	0.9	0.0	1.4	1.8	1.6	1.8	2.9		1.7	2.9
DICIEMBRE		Frecuencia		%	4.5	1.9	0.6	3.6	1.0	3.6	19.4	64.5	0.9	12.4	64.5
		Velocidad		m/s	1.0	0.9	0.6	1.6	1.8	1.2	1.8	1.8		1.3	1.8
ANUAL		Frecuencia		%	3.3	0.9	0.5	2.6	1.9	2.4	15.5	72.5	0.3	12.5	72.5
		Velocidad		m/s	1.2	0.7	0.9	1.2	1.6	1.4	2.0	2.3		1.4	2.3
VIENTO		UNIDAD	MESES												ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
DOMINANTE			NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
REINANTE			SE	W	NW	NW	NW	S	NW	W	NW	NW	NW	S	NW
MÁXIMA		m/s	2.1	2.3	2.4	2.5	2.6	4.4	2.3	2.4	2.4	2.2	2.9	1.8	2.3
PROMED.		m/s	1.6	1.3	1.2	1.4	1.5	1.6	1.5	1.6	1.4	1.4	1.7	1.3	1.4
CALMAS		(%)	0.6	0.3	1.7	-0.2	0.0	0.2	-0.1	0.3	0.2	0.3	0.0	0.9	0.3

Tabla 5. Datos climatológicos. Viento.

Fuente. Atlas del Agua de la República Mexicana, S.R.H. México, 1976.

4.1.2.3 ANÁLISIS PARAMÉTRICO

• TEMPERATURA



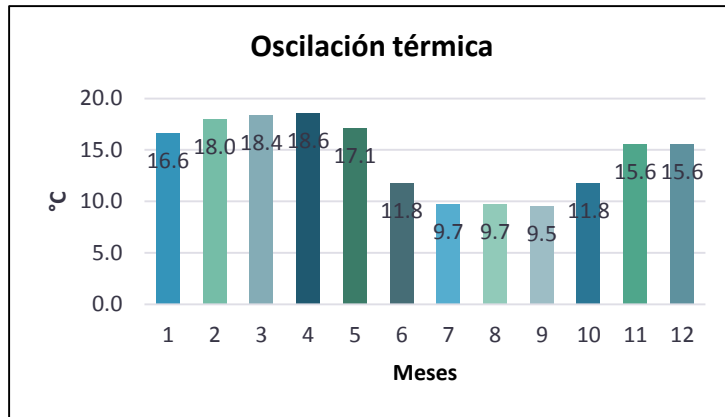
Gráfica 1. Temperatura y umbral de confort térmico.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Durante todo el año, las temperaturas mínimas se localizan por debajo de la zona de confort mensual, y casi todo el año las temperaturas medias, excepto los meses de junio a septiembre. De acuerdo a las temperaturas máximas, enero y diciembre son los únicos meses que se localizan dentro de la zona de confort, los demás sobrepasan ligeramente y otros por mucho esta zona.

La temperatura media más elevada, se presenta en el mes de julio (23.4°C), sin embargo la mayor temperatura máxima se presenta durante el mes de mayo con 30°C, siendo el límite de confort máximo para este mes de 26.7°C, esto representa que la temperatura sobrepasa un poco más de tres grados centígrados. También es necesario considerar que se han alcanzado temperaturas máximas extremas hasta de 39.5°C en octubre y mínimas extremas hasta de -0.4°C en febrero.

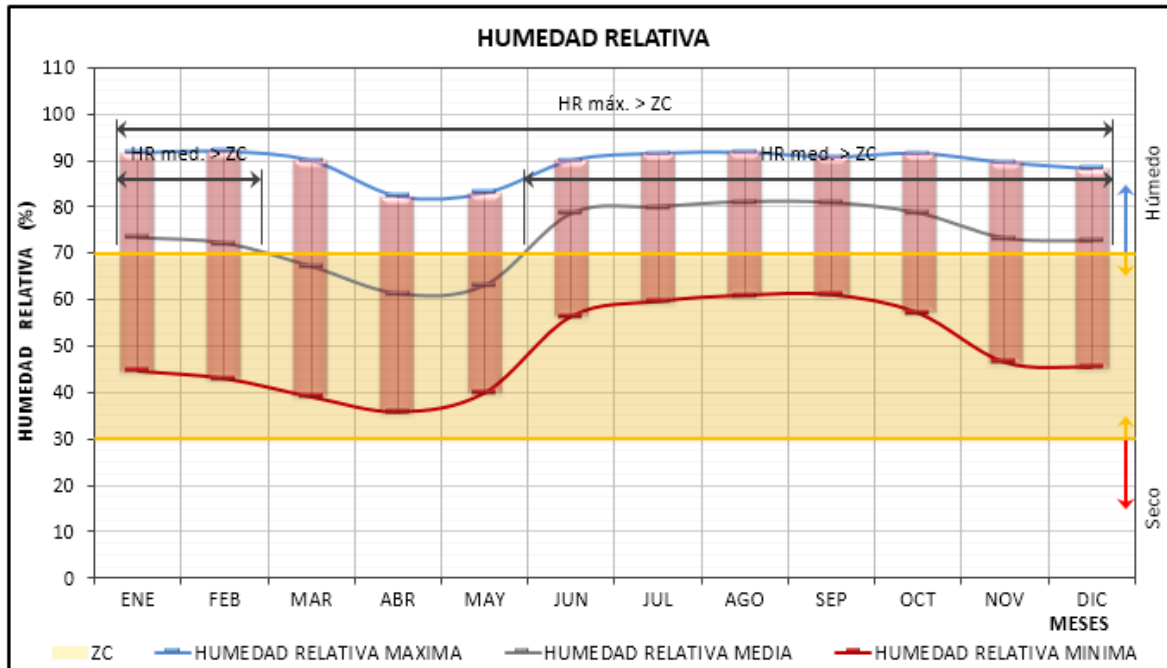
Las oscilaciones térmicas más elevadas se presentan durante la época más seca y calurosa del año, mientras que disminuyen en la época más húmeda. La oscilación máxima se presenta en el mes de abril con 18.6°C, mientras que la mínima se presenta con 9.5°C en septiembre. El clima de Tepic Nayarit, cuenta con una oscilación media anual de 14.4°C.



Gráfica 2. Oscilación térmica.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

- HUMEDAD



Gráfica 3. Humedad relativa.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

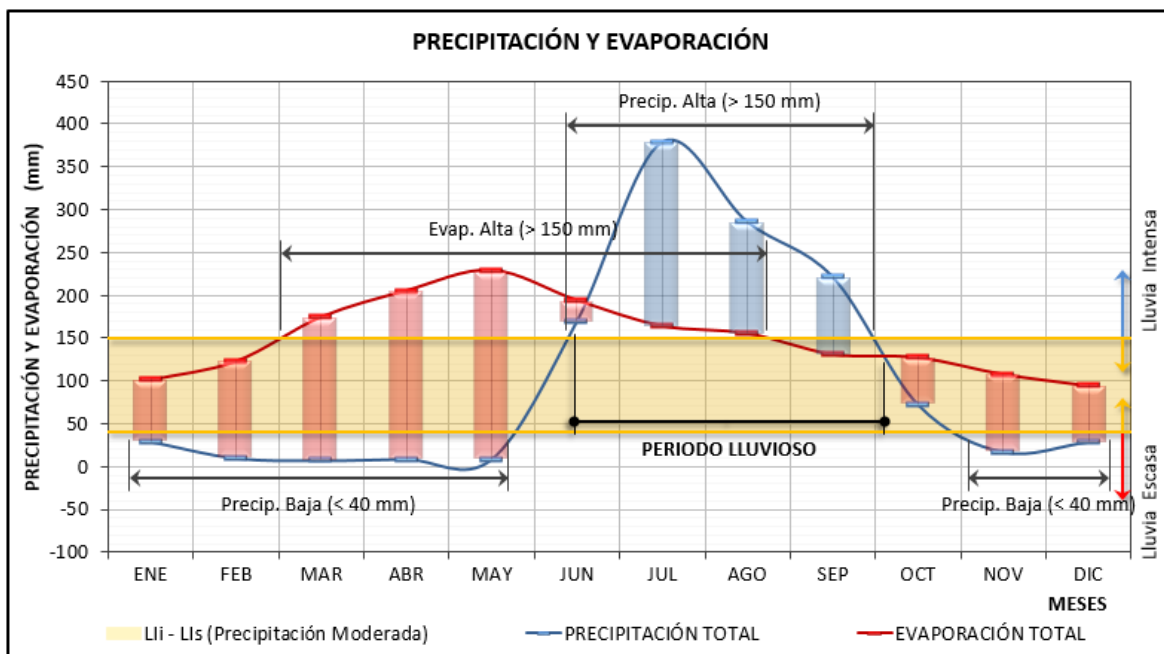
Durante todo el año se presenta humedades relativas máximas por encima del confort higrotérmico, donde los meses de abril y mayo muestran los datos menores de 82.3 y 83% respectivamente.

La humedad relativa media es encontrada por encima de la zona de confort la mayor parte del año, excepto los meses de marzo, abril y mayo que sí están en esta zona (67.1%, 61.3% y 63.1% respectivamente). Los meses que presentan mayor porcentaje de humedad son de junio a octubre coincidiendo con los meses de mayor precipitación anual, presentándose la máxima en agosto con 81%, es decir por 11% arriba del límite máximo de confort.

La humedad relativa mínima es la única que se presenta en la zona de confort todo el año, presentándose el dato mínimo en abril con 36%, y el dato máximo en septiembre con 61%.

En este caso, la humedad relativa presenta un comportamiento inverso al de oscilación térmica, es decir, que los meses que presentan mayor humedad relativa y precipitación anual, son los mismos que presentan una oscilación térmica menor (meses más húmedos y calurosos), y los meses con menor humedad relativa presentan un mayor grado de oscilación térmica (meses más secos).

- PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN



Gráfica 4. Precipitación y evaporación.

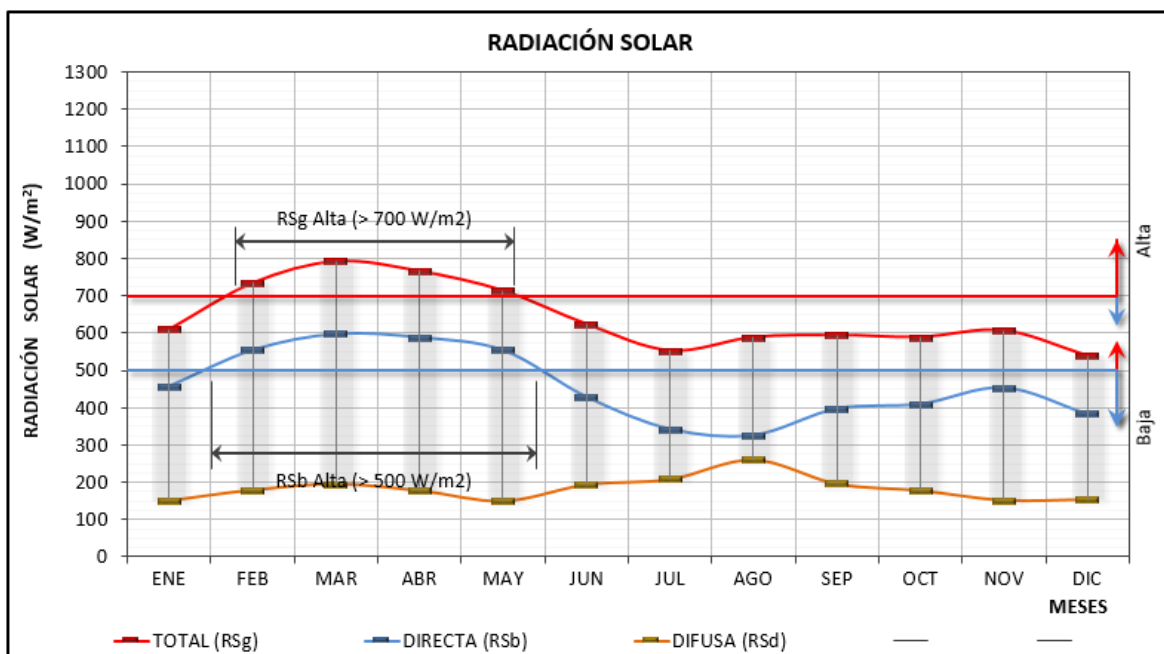
Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

En la *gráfica 4*, se puede visualizar el comportamiento de precipitación y evaporación de Tepic, durante todos los meses del año.

La precipitación en Tepic se presenta en forma de lluvia (gotas de agua en estado líquido) y sólo como fenómenos especiales en granizo (forma sólida de cristales de hielo). Como se puede apreciar en el diagrama, se presentan dos periodos de acuerdo a la precipitación. La época de precipitación alta inicia a mediados del mes de junio y termina en los primeros días de octubre. Es considerado también como *período lluvioso*, con precipitaciones de 200mm hasta 380mm. Mientras que el *período de secas* o precipitación baja, empieza a partir del mes de octubre y finaliza en el mes de mayo, siendo alrededor de 8 meses.

La relación entre precipitación y evaporación es contrastante, sin embargo, es lógica; ya que durante el período octubre-mayo se presentan los valores de evaporación más altos, es decir, con menor humedad. Reconociendo marzo, abril y mayo como los meses más secos, cuando la cantidad de lluvia es nula o casi nula. En cambio, a mediados del mes de mayo hasta finales del mes septiembre son los más húmedos, debido a la alta precipitación.

- **RADIACIÓN SOLAR**



Gráfica 5. Radiación Solar.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

El rango de *radiación total* alta se presenta en los primeros días de febrero hasta mediados de mayo, con datos de 700W/m2 hasta 800W/m2. En cambio, a partir de junio a enero se reduce y se mantiene alrededor de los 600W/m2. De igual manera, el comportamiento de la *radiación directa* durante el período febrero-mayo se suscitan los valores más altos.

En los meses junio, julio y agosto la radiación desciende considerablemente, debido principalmente a la alta nubosidad. La radiación también es baja de noviembre a enero, debido a la declinación solar en invierno ($1^{\circ}57'$).

En cuanto a la *radiación difusa*, oscila entre los 150 y 200W/m2, con un desfase en el mes de agosto.

- **RADIACIÓN SOLAR HORARIA**

El análisis de radiación solar tiene como objetivo determinar las horas teóricas de insolación máximas posibles con radiación directa mayor a 120 W/m2. Los meses de enero a junio se presentan 11 horas de radiación total. Teniendo en los meses de febrero a mayo radiación alta (>700W/m2). El resto del año son 9 horas las que sobrepasan los 120 W/m2.

La radiación solar directa, se presenta en 9 horas al día en todos los meses a excepción de agosto con 7 horas. Los meses de febrero a mayo presentan radiación media (500 a 700 W/m²).

Escala Cromática

>	700	Radiación Alta	
500	700	Radiación Media	
0	500	Radiación Baja	
=	0	Radiación Nula	

Radiación solar total (RSg) Horaria

MÁXIMA (12:00h)	MESES																									Más de 120 W/m2 (h)	Radiación Total Diaria
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
609.5	ENE	<div><div>ORTO</div><div>NOCHE</div><div>AMANECE</div><div>DÍA</div><div>ANOCHECER</div></div>																								11	4380.2
735.0	FEB																									11	5282.1
793.4	MAR																									11	5701.8
766.6	ABR																									11	5509.2
714.0	MAY																									11	5131.2
623.4	JUN																									11	4480.1
551.8	JUL																									9	3965.5
588.0	AGO																									9	4225.7
594.0	SEP																									9	4268.8
588.6	OCT																									9	4230.0
606.3	NOV																									9	4357.2
538.0	DIC																									9	3866.3
642.4	ANUAL																									11	4616.5

Tabla 6. Radiación solar total (RSg) Horaria.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Radiación solar directa (RSb) Horaria

MAXIMA (12:00h)	MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Más de 120 W/m ² (h)	Radiación Total Diaria
458.1	ENE							60.3	162.0	272.4	369.2	434.9	458.1	434.9	369.2	272.4	162.0	60.3								9	3055.6
554.7	FEB							73.0	196.1	329.8	447.0	526.6	554.7	526.6	447.0	329.8	196.1	73.0								9	3699.9
597.4	MAR							78.7	211.2	355.2	481.5	567.1	597.4	567.1	481.5	355.2	211.2	78.7								9	3984.8
588.1	ABR							77.4	207.9	349.7	474.0	558.3	588.1	558.3	474.0	349.7	207.9	77.4								9	3922.7
553.9	MAY							72.9	195.8	329.4	446.4	525.8	553.9	525.8	446.4	329.4	195.8	72.9								9	3694.6
429.0	JUN							56.5	151.7	255.1	345.7	407.3	429.0	407.3	345.7	255.1	151.7	56.5								9	2861.5
343.2	JUL							45.2	121.3	204.1	276.6	325.8	343.2	325.8	276.6	204.1	121.3	45.2								9	2289.2
326.8	AGO							43.0	115.5	194.3	263.4	310.2	326.8	310.2	263.4	194.3	115.5	43.0								7	2179.8
397.6	SEP							52.4	140.6	236.4	320.4	377.5	397.6	377.5	320.4	236.4	140.6	52.4								9	2652.1
410.1	OCT							54.0	145.0	243.8	330.5	389.3	410.1	389.3	330.5	243.8	145.0	54.0								9	2735.4
453.9	NOV							59.8	160.5	269.9	365.8	430.9	453.9	430.9	365.8	269.9	160.5	59.8								9	3027.6
383.3	DIC							50.5	135.5	227.9	308.9	363.9	383.3	363.9	308.9	227.9	135.5	50.5								9	2556.7
458.0	ANUAL							60.3	161.9	272.3	369.1	434.8	458.0	434.8	369.1	272.3	161.9	60.3								9	3055.0

Tabla 7. Radiación solar directa (RSb) Horaria.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

- INSOLACIÓN

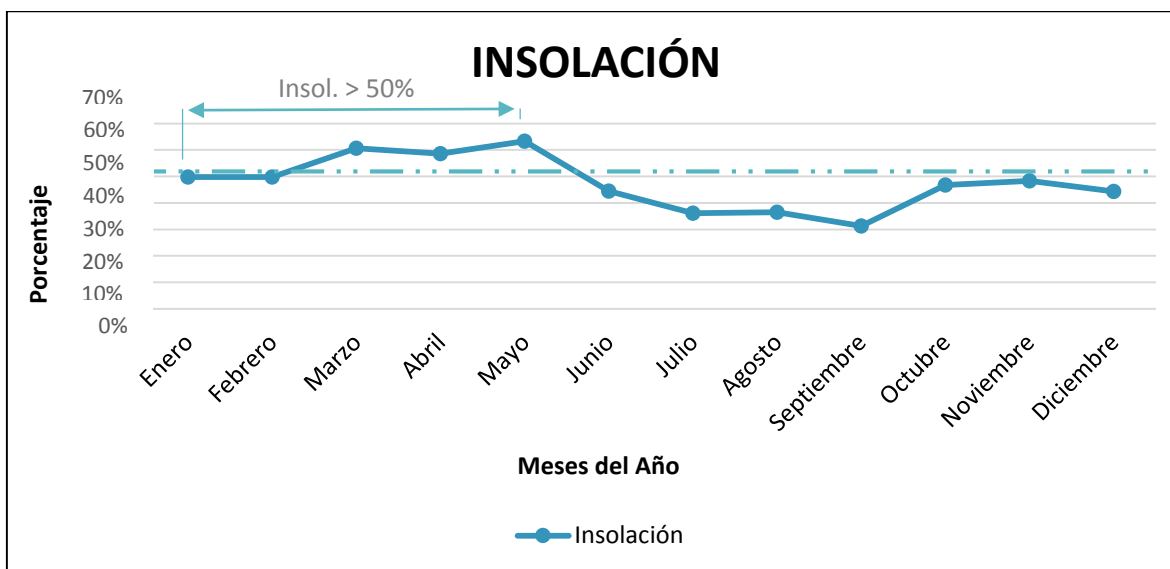


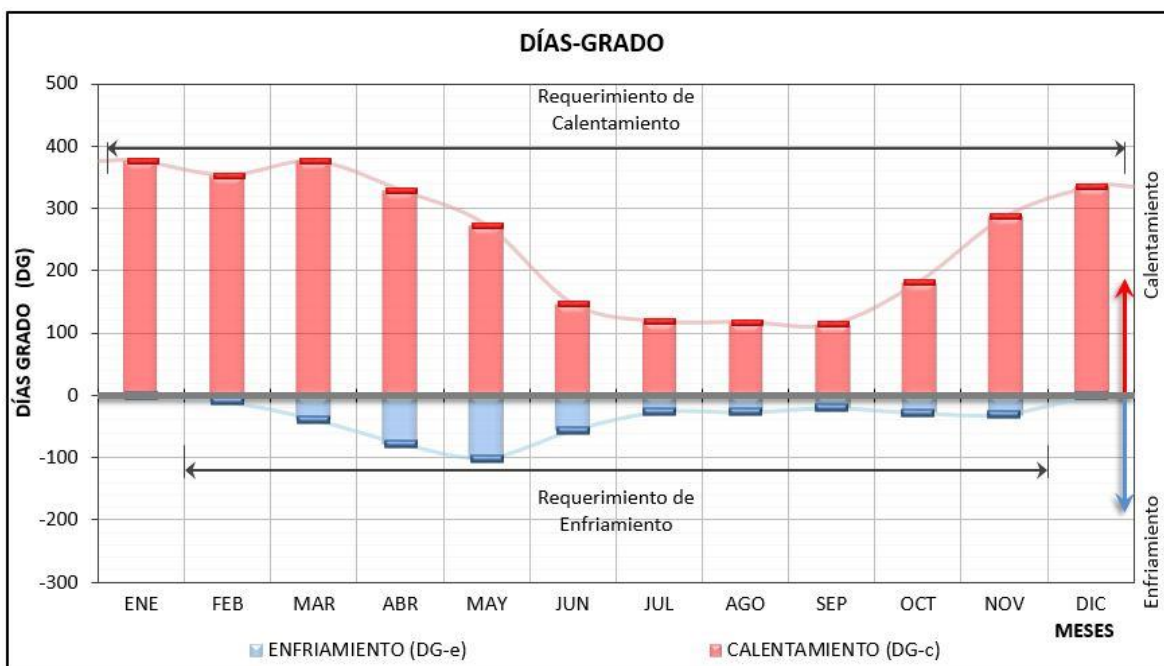
Gráfico 6. Insolación.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

La insolación es la cantidad de energía en forma de radiación solar que llega a un lugar de la tierra en un día concreto o en un año. En el *gráfico 6*, la insolación está presentada como porcentaje de las horas de sol directo con respecto a la duración del día. Aunque también puede representarse por el porcentaje de las horas de sol directo con el número de horas con radiación solar mayor a 120 W/m², es decir con respecto a la insolación máxima posible registrada.

Para este caso se tomó como límite de la insolación el 50%. Es decir, cuando por lo menos la mitad de las horas del día se cuenta con radiación solar directa. De acuerdo al diagrama, se cuenta con una buena insolación en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo. El resto de los meses, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, cuentan con una insolación menor al 50%. Destacándose mayo como el mes con mayor insolación y septiembre como el mes con menor insolación al año, en la ciudad de Tepic, Nayarit.

- DÍAS GRADO



Gráfica 7. Días grado.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Los días grado son un parámetro importante a considerar para la definición de las estrategias de diseño o los requerimientos de climatización (natural o artificial) y, por lo tanto, la demanda de energía de una edificación. Los días grado se pueden definir como los requerimientos de calentamiento o enfriamiento (en grados centígrados o Kelvin), necesarios para alcanzar la zona de confort, acumulados en un cierto período de tiempo.

En la *gráfica 7*, los días grado representan los meses de todo el año en la Ciudad de Tepic, Nayarit. Cuando el valor es positivo, se requiere calentamiento y cuando es negativo se requiere enfriamiento. Cuando el valor es cero, las condiciones son confortables.

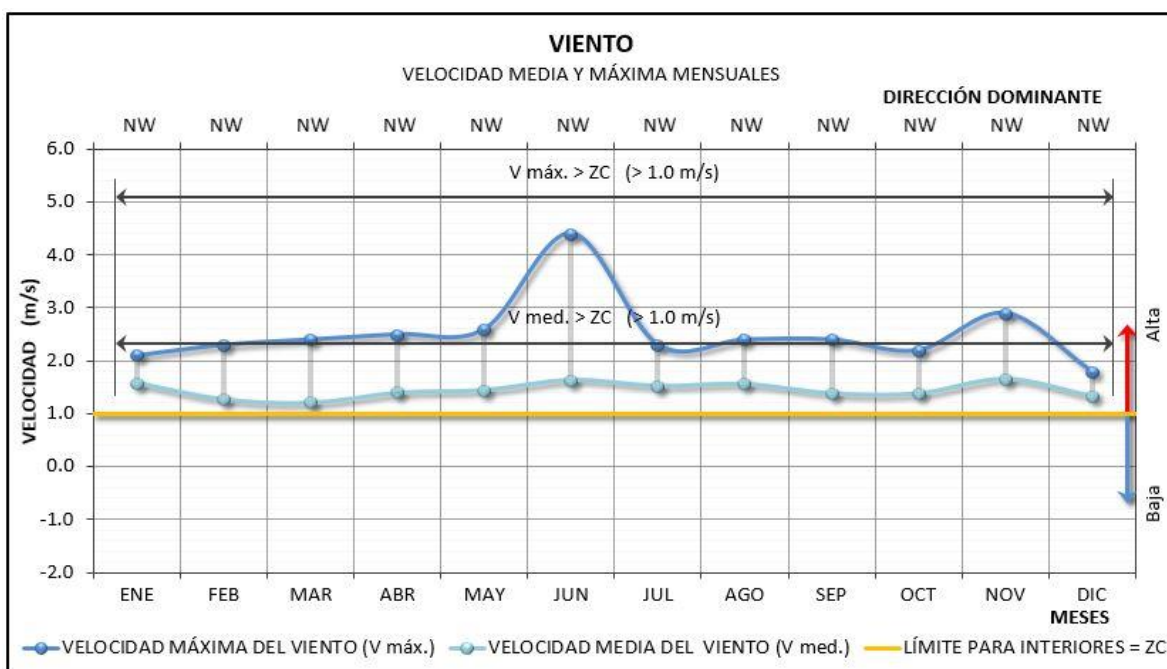
De acuerdo a la tabla de Temperaturas de la Ciudad de Tepic, Nayarit, y a la gráfica de los días grado, los meses de enero y diciembre, no requieren de enfriamiento, ya que no presentan temperaturas de sobrecalentamiento, ningún día del mes. El mes que requiere enfriamiento a mayor escala, es mayo, (en un horario de 14:00 a 17:00 horas), seguido por los meses de marzo, abril y junio, al presentar los mayores índices de sobrecalentamiento, en todo el año; posteriormente, los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre, también requieren de las estrategias para el enfriamiento, pero a una menor escala.

Los requerimientos de calentamiento, son necesarios durante todo el año, pero solo a ciertas horas del día, sobre todo en la madrugada. Estos requerimientos son muy bajos en los meses de junio, julio, agosto y septiembre. El mes de octubre, requiere de calentamiento a partir de las 3:00 hasta las 8:00 de la mañana, con un rango de 5 horas al día. En noviembre, el rango de horas que necesita de calentamiento, comienza a ampliarse, teniendo un horario de 0:00 hasta las 9:00 de la mañana, aumentando 4 horas más que el mes de octubre.

Los meses que requieren de mayor calentamiento, son diciembre y enero, al no presentar sobrecalentamiento en ningún día del mes; el horario necesario de calentamiento, comienza a partir de las 23:00 horas y termina hasta las 10:00 de la mañana. Posteriormente, en los meses de febrero y marzo, también es necesario el calentamiento, pero en un rango menor de tiempo, ya que en estos meses comienzan las horas de sobrecalentamiento en el año; el horario necesario de calentamiento, comienza a partir de las 0:00 horas y termina hasta las 10:00 de la mañana. Los meses de abril y mayo, son los meses con mayor sobrecalentamiento en todo el año, pero de acuerdo a la tabla de temperaturas, necesitan de un ligero calentamiento, en un horario a partir de la 1:00 hasta las 9:00 de la mañana.

- VIENTO

- Velocidad y Frecuencia



Gráfica 8. Viento: Velocidad media y máxima mensual.

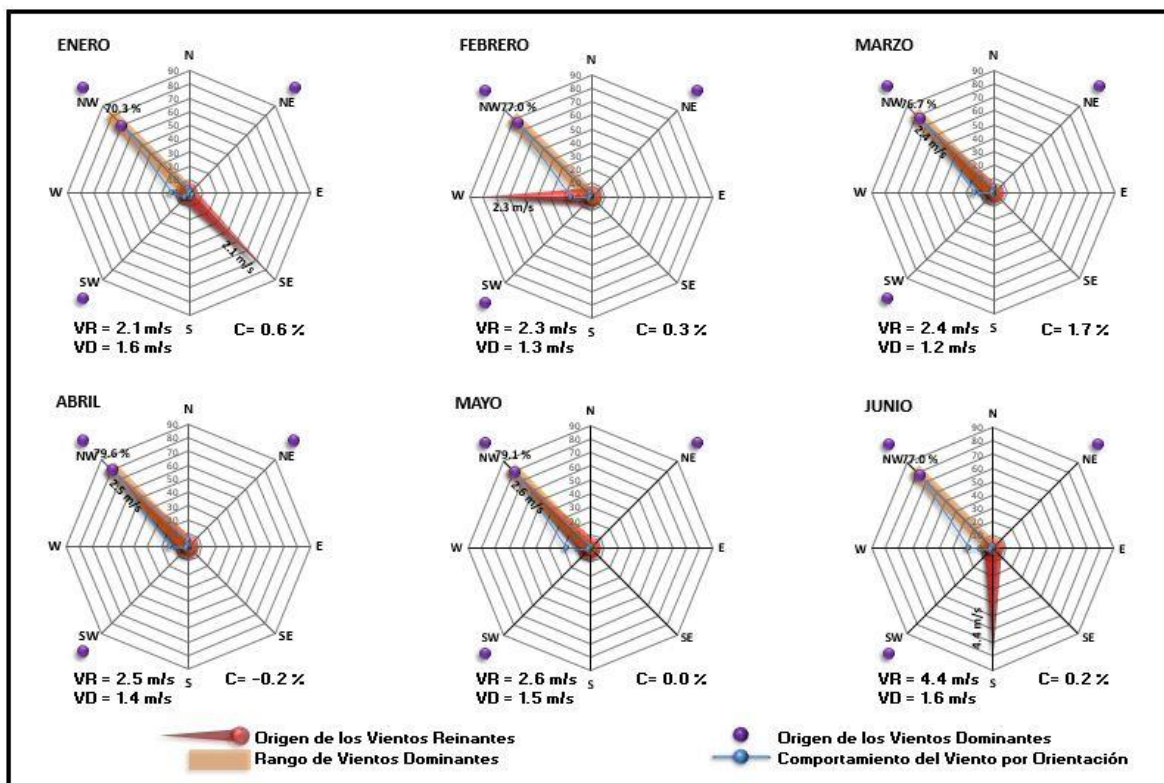
Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Las velocidades medias del viento en la ciudad de Tepic, Nayarit (*gráfica 8*), en todo el año son constantes, son consideradas como altas. Se encuentran por arriba de la velocidad de viento óptima para interiores (1.0 m/s), con una velocidad promedio de 1.5 m/s. Ningún mes presenta velocidad menor al 1.0 m/s, todos los meses del año se mantienen superior a este rango.

Las velocidades máximas (*gráfica 8*), en todo el año, también son consideradas como altas. Se encuentran por arriba de la velocidad de viento óptima para interiores (1.0 m/s), con una velocidad promedio de los 2.5 m/s. El mes de diciembre, se encuentra por debajo de los 2.0 m/s, siendo el mes con menor velocidad de viento, en todo el año. Cabe destacar que el viento adquiere su mayor fuerza en el mes de Junio, con una velocidad superior a los 4.0 m/s, seguido por Noviembre, con una velocidad de poco menos de los 3.0 m/s. Los demás meses, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio, agosto, septiembre y octubre, superan la velocidad de los 2.0 m/s.

Para la frecuencia anual en la ciudad de Tepic, Nayarit, la gráfica demuestra, que la predominancia del viento, se da en la dirección Noroeste (NW), en todos los meses del año. Se recomienda proteger las ventanas en la temporada de lluvias de los vientos que vienen del Noroeste (NW), especialmente en el mes de junio, julio y agosto.

○ **Dirección o Predominancia Mensual**



Gráfica 9. Viento: Dirección del Viento de los meses enero-junio

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

En las rosas mensuales, se observan distintos comportamientos del viento a lo largo del año, en la ciudad de Tepic, Nayarit. Divididos en semestres, los meses de enero a junio a julio a diciembre, son descritos a continuación.

Enero. En el mes de enero, el rango de vientos dominantes surge en el Noroeste (NW), y ahí se mantiene todo el mes. El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.6 m/s y frecuencia del 70.3%. El origen de los vientos reinantes, se localiza en la dirección Sureste (SE), con una velocidad de 2.1 m/s. El promedio de calmas en el mes de enero es del 0.6%.

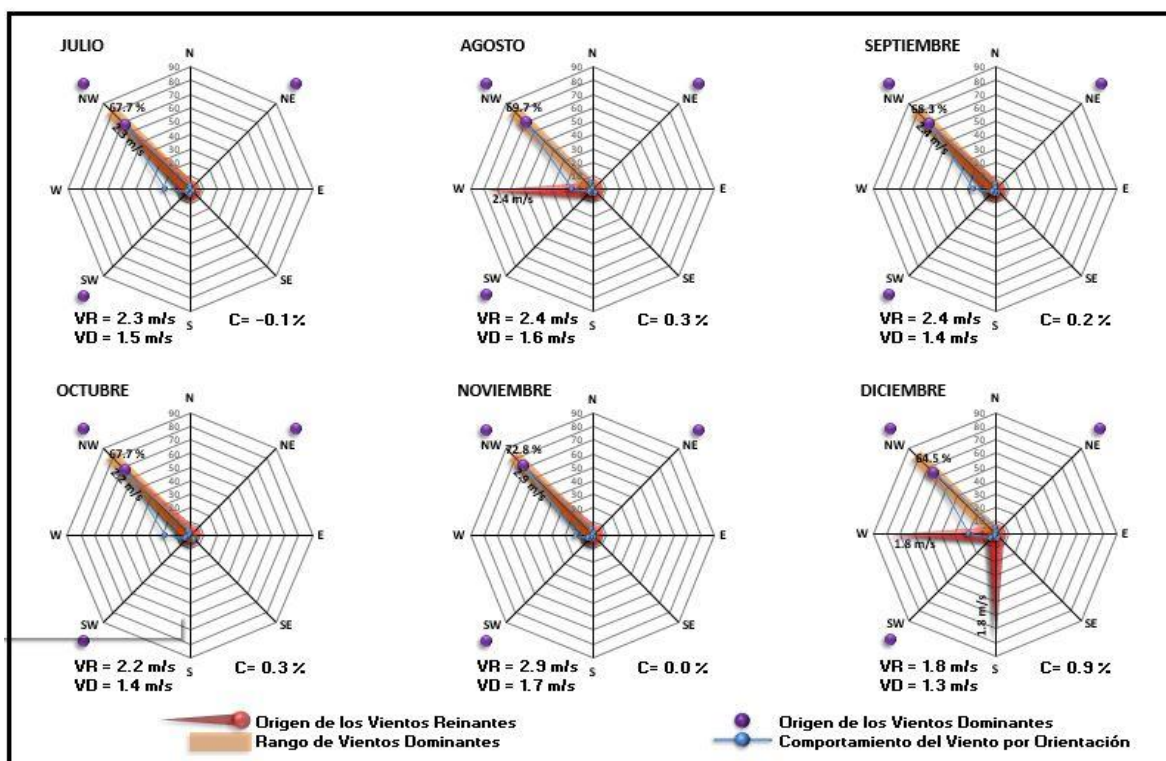
Febrero. El rango predominante en el mes de febrero, es el Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.3 m/s y frecuencia del 77.0%. El origen de los vientos reinantes, se localiza en la dirección Oeste (W), con una velocidad de 2.3 m/s. El promedio de calmas en el mes de febrero es del 0.3%.

Marzo. En marzo, el rango de vientos dominantes se localiza en el Noroeste (NW), manteniéndose donde mismo en todo el mes. El origen de los vientos dominantes, tiene una velocidad de 1.2 m/s y frecuencia del 76.7%. El origen de los vientos reinantes surge en la misma dirección que la de los dominantes, y trae consigo una velocidad de 2.4 m/s. El promedio de calmas en el mes de marzo es del 1.7%.

Abril. En el mes de abril el rango de dirección del viento se encuentra en el Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes está localizado en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.4 m/s y frecuencia del 79.6%. En los vientos reinantes, el origen surge en la dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 2.5 m/s. El promedio de calmas en el mes de abril es del -0.2%.

Mayo. En este mes, la dirección del viento se estabiliza dentro del rango Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes está localizado en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.5 m/s y frecuencia del 79.1%. En los vientos reinantes, el origen se encuentra en la dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 2.6 m/s. El promedio de calmas en el mes de mayo es del 0.00%.

Junio. En el mes de junio, la dirección del viento sigue estabilizada en el rango Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se mantiene en la misma dirección, con una velocidad de 1.6 m/s y frecuencia del 77.0%. El origen de los vientos reinantes se localiza en el Sur (S) con una velocidad de 4.4 m/s. El promedio de calmas en el mes de junio es del 0.2%.



Gráfica 10. Viento: Dirección del Viento de los meses Julio-Diciembre.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Julio. En este mes el viento se localiza en el rango del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.5 m/s y frecuencia del 67.7%. El origen de los vientos reinantes, se localiza en la misma dirección que la de los vientos dominantes, a diferencia de la velocidad, el promedio es de 2.3 m/s. Las calmas del mes son del -0.1%.

Agosto. En este mes, el viento sigue inclinado en la dirección del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.6 m/s y frecuencia del 69.7%. El origen de los vientos reinantes se localiza en el Oeste (W) con una velocidad de 2.4 m/s. El promedio de calmas en el mes de agosto es del 0.3%.

Septiembre. En el mes de septiembre, el viento se mantiene en la dirección del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.4 m/s y frecuencia del 68.3%. El origen de los vientos

reinantes no varía, y se localiza también, en el Noroeste (NW) con una velocidad de 2.4 m/s. El promedio de calmas en el mes de septiembre es del 0.2%.

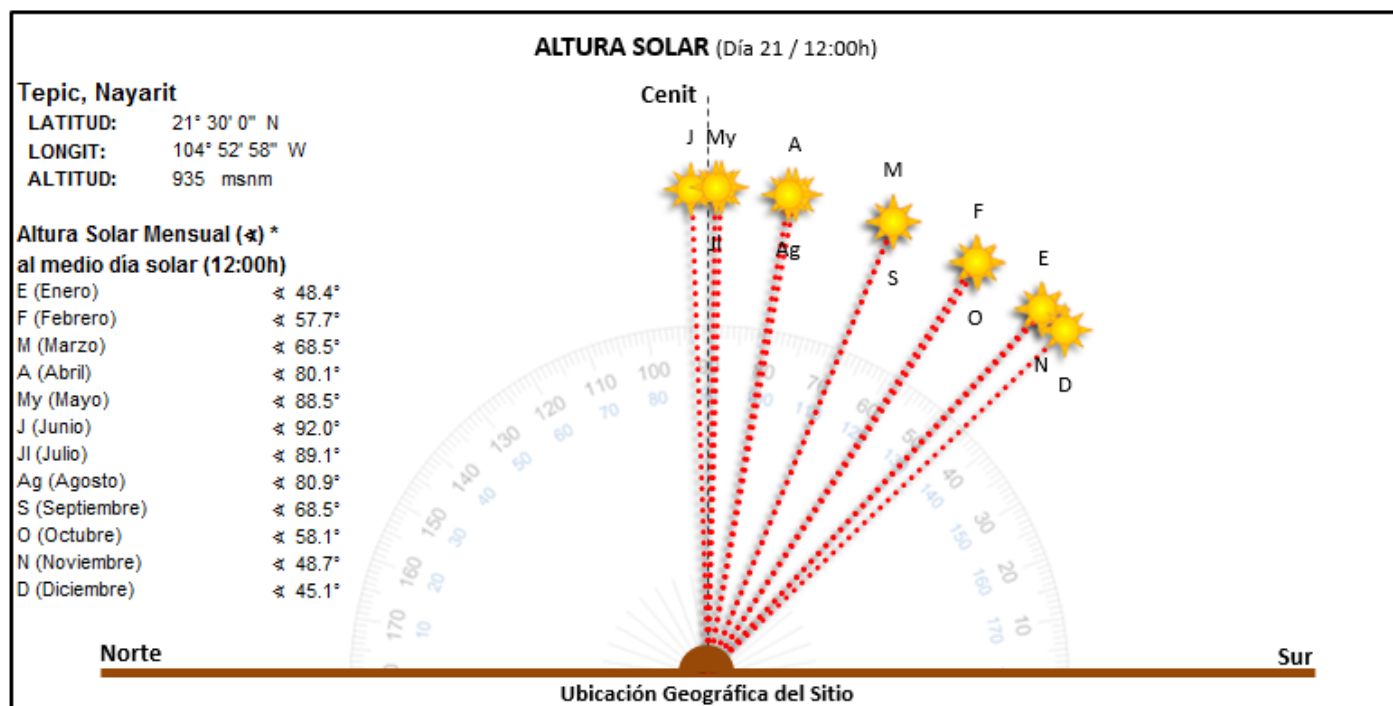
Octubre. El mes de octubre, sigue en la dirección del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.4 m/s y frecuencia del 67.7%. Los vientos reinantes se localizan también en el Noroeste (NW), pero con una velocidad de 2.2 m/s. El promedio de calmas en el mes de octubre junio es del 0.3%.

Noviembre. En este mes, el viento también se localiza en el rango del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.7 m/s y frecuencia del 72.8%. El origen de los vientos reinantes se localiza también en el Noroeste (NW) con una velocidad de 2.9 m/s. El promedio de calmas en el mes de noviembre es del 0.00%.

Diciembre. La dirección de este mes se vuelve variable, localizándose en el rango de los vientos dominantes, el Noroeste (NW). Teniendo como origen de los vientos dominantes la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.3 m/s y frecuencia del 64.5%, pero con un origen de los vientos reinantes entre el Sur (S) y el Oeste (W), con una velocidad de 1.8 m/s. El promedio de calmas en el mes de diciembre es del 0.9%.

4.1.2.4 ANÁLISIS GEOMETRÍA SOLAR

Se presenta la geometría solar mensual de la ciudad de Tepic, con latitud $21^{\circ}30'0''$ N. Donde se puede destacar que la altura solar con inclinación máxima al Sur, se encuentra en el mes de diciembre ($<45.1^{\circ}$) seguido de noviembre y enero, meses correspondientes a invierno. Y Al otro extremo, es decir, con orientación Norte, se ubica junio con un ángulo de 92.0° , indicando el inicio del verano.



**NOTA: El ángulo mensual de la Altura Solar está calculado para que su amplitud sea considerada a partir del Sur. Esta observación es aplicable tanto para sitios ubicados en latitudes Norte como para sitios ubicados en latitudes Sur.*

Figura 9. Altura solar, Tepic.

Fuente. Elaboración propia, utilizando herramienta (BAT).

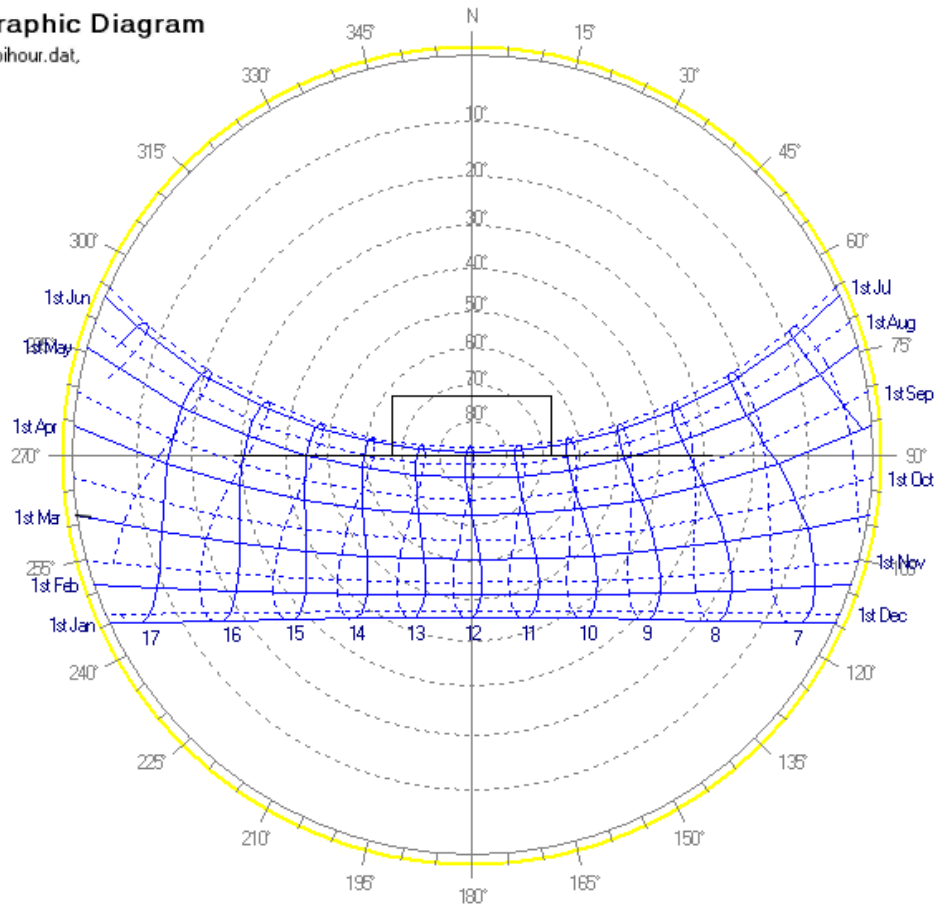
PARÁMETROS	UNIDAD	MESES												ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Día Juliano	21	21	52	80	111	141	172	202	233	266	294	325	355	
Hora	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Ángulo diario	radianes	0.34	0.88	1.36	1.89	2.41	2.94	3.46	3.99	4.56	5.04	5.58	6.09	
Declinación	gr (°)	-20.09	-10.84	0.00	11.58	20.02	23.45	20.64	12.38	0.00	-10.42	-19.76	-23.45	
Altura Solar	gr (°)	48.41	57.66	68.50	80.08	88.52	88.05	89.14	80.88	68.50	58.08	48.74	45.05	
Azimet	gr (°)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Orto	h.m	6.33	6.17	6.00	5.41	5.27	5.21	5.26	5.40	6.00	6.17	6.33	6.39	6.00
Ocaso	h.m	17.27	17.43	18.00	18.19	18.33	18.39	18.34	18.20	18.00	17.43	17.27	17.21	18.00
Duración del día	h.m	10.54	11.25	12.00	12.37	13.06	13.19	13.08	12.40	12.00	11.27	10.55	10.41	12.00

Tabla 8. Análisis solar.

Fuente. Elaboración propia, utilizando herramienta (BAT).

Stereographic Diagram

Location: Tepihour.dat,



Gráfica 11. Gráfica solar-Tepic, Nayarit.
Fuente. Propia, utilizando software Ecotect Analysis.

La gráfica 11, define la trayectoria solar en relación con la latitud de Tepic ($21^{\circ}30'0''$ N). Es útil para el análisis y evaluación de dispositivos de control solar.

4.1.3 ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO

4.1.3.1 ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO MENSUAL

- TRIÁNGULO DE EVANS-TEMPERATURA Y OSCILACIÓN

Es una técnica gráfica de diseño bioclimático que tiene énfasis en la oscilación térmica. Los triángulos permiten visualizar la relación entre condiciones climáticas y condiciones deseables de confort, seleccionar estrategias de diseño bioclimático, así como verificar el funcionamiento de edificios existentes a través de la amplitud térmica y su modificación al aplicar estrategias bioclimáticas.

La oscilación térmica y temperatura media mensual son datos necesarios para la utilización de este método, las cuales son graficadas en los dos diferentes grupos de triángulos; el primero, triángulos de confort, define el tipo de confort (Actividad sedentaria, confort para dormir, circulación interior y circulación exterior), el segundo, estrategias de diseño, muestra el recurso bioclimático a utilizar entre las que se encuentran la ventilación cruzada, ventilación selectiva, inercia térmica, ganancias internas y ganancias solares.

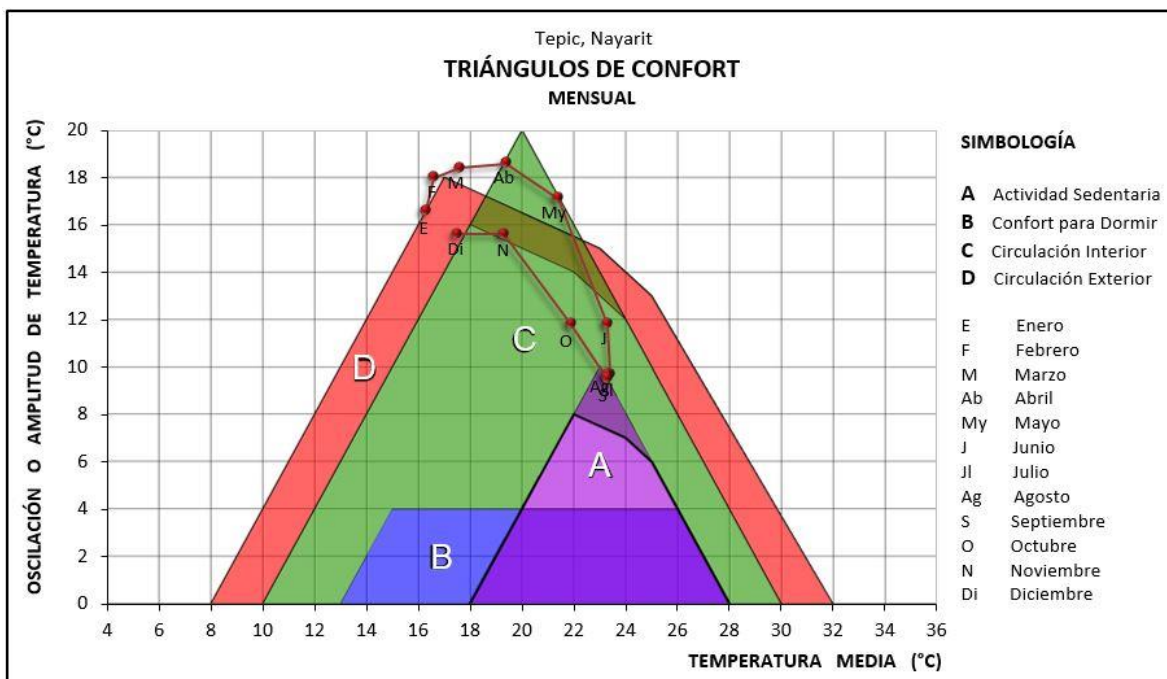


Figura 10. Triángulos de confort mensual.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

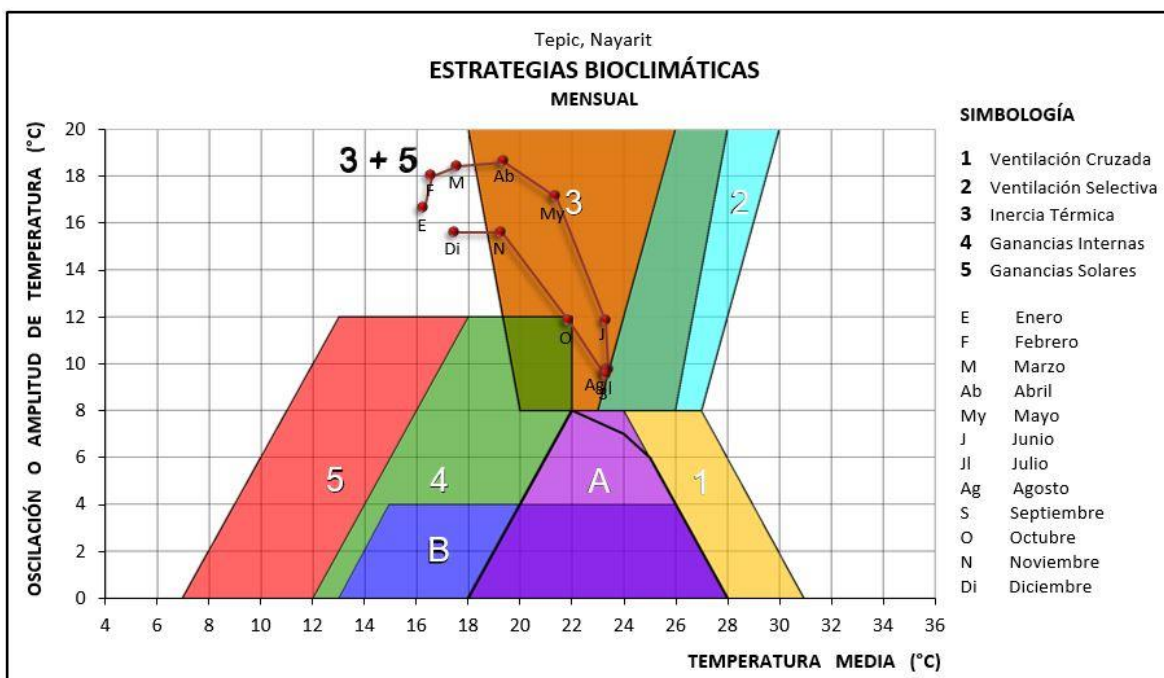


Figura 11. Estrategias bioclimáticas mensuales en relación con el triángulo de Evans.
Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Con el objeto de obtener las estrategias de diseño bioclimático utilizando los parámetros de temperatura media y oscilación (figura 10), se utilizaron los triángulos propuestos por John Martin Evans en el 2000. Con respecto a los triángulos de estrategias bioclimáticas (figura 11), para los meses de enero, febrero, marzo y diciembre, la combinación de la inercia térmica de los materiales y la ganancia solar directa e indirecta, son las principales estrategias a considerar. Para los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre, la inercia térmica es la principal estrategia a seguir; todo esto para lograr el confort adecuado dentro del edificio en la ciudad de Tepic, Nayarit. Es importante mencionar, que ningún mes requiere, en este caso, la ventilación cruzada ni la ventilación selectiva; las ganancias internas, están muy por debajo de las principales necesidades dentro de la Ciudad.

- **Definición de las principales estrategias bioclimáticas obtenidas:**

3. Inercia Térmica: Estrechamente relacionada con los puntos anteriores se encuentra la masividad de las estructuras o inercia térmica como la principal estrategia de diseño recomendable en el año, ya que ayudará a reducir las oscilaciones de temperatura y a controlar las variaciones de humedad.

4. Ganancia solar: La Ganancia solar resulta ser una medida del calor obtenido por un cuerpo a resultas de ser expuesto a la radiación solar.

a. Ganancia solar directa: La ganancia solar directa implica la utilización de ventanas, claraboyas y persianas para controlar la cantidad de radiación solar directa que llega al interior de una vivienda. Tradicionalmente, estos sistemas de ganancia solar directa no han sido bien considerados, sobre todo por el elevado coste que tenían los cristales bien aislados térmicamente, con valores-R comparables al aislamiento de los muros.

b. Ganancia solar indirecta: La ganancia solar indirecta es la que se obtiene a través de la piel del edificio, que ha sido diseñada con una masa térmica (como un tanque de agua o un muro sólido recubiertos por un cristal). El calor acumulado por esta masa es cedido al interior del edificio indirectamente por conducción o convección. Ejemplos de esta técnica son: el muro trombe, paredes de agua, o la instalación de pequeños estanques sobre un tejado. La cubierta ajardinada también es un ejemplo representativo.

• **ÍNDICE OMBROTÉRMICO-TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN**

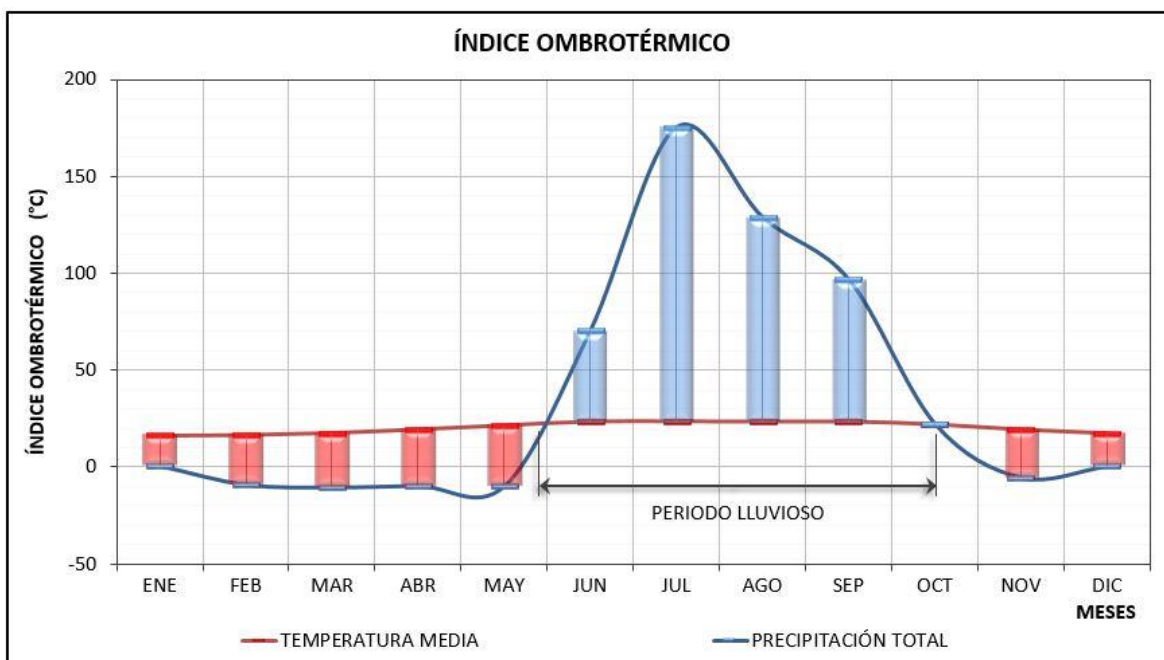


Figura 12. Índice ombrotérmico.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

El diagrama de índice ombrotérmico consiste, esencialmente, en dibujar a lo largo del año, la curva de temperaturas medias mensuales y las lluvias medias mensuales, en una correspondencia de escalas tal que a 0° C de temperatura correspondan 29 mm de lluvia, en la ciudad de Tepic, Nayarit.

La *figura 12*, destaca un clima con régimen de lluvias en verano, en los meses de junio, julio, agosto septiembre y mediados de octubre. Julio es el mes con mayor lluvia al año, teniendo un promedio de 378.6 mm de precipitación total. Le sigue el mes de agosto, con un promedio de 285.6 mm de precipitación total. Septiembre es el tercer mes más lluvioso al año, con una precipitación total de 221.5mm. Junio es el cuarto mes lluvioso del año, teniendo una precipitación mayor a los 169mm. El mes de octubre, a comparación de los demás meses, no llega a superar los 100 mm de precipitación total, pero es considerado uno de los meses con mayor lluvia al año. De tal forma que la época húmeda del año está comprendida entre principios de junio y a mediados de octubre. El resto del año existe déficit de precipitación y por lo tanto se clasifica como época seca. Estos meses son noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo.

• TABLAS DE MAHONEY

De acuerdo a los criterios definidos por Carl Mahoney, se identificaron dos distintos grados de humedad: marzo, abril y mayo tienen un grado de humedad media alta del 50%-70%. Los meses restantes tienen un alto grado de humedad la cual es mayor al 70%. Durante los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre son necesarios requerimientos térmicos diurnos. Los meses restantes no necesitan dichos requerimientos en el día, ya que se encuentran en confort. Todos los meses del año, a excepción de junio, julio, agosto y septiembre, demandan requerimientos térmicos nocturnos.

Fte.	PARAMETROS	U	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
A	Grupo de Humedad		4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
	Confort diurno														
A	Rango superior	° C	27	27	28	28	28	27	27	27	27	27	27	27	27.25
A	Rango inferior	° C	22	22	23	23	23	22	22	22	22	22	22	22	22.25
	Confort nocturno														
A	Rango superior	° C	21	21	23	23	23	21	21	21	21	21	21	21	21.5
A	Rango inferior	° C	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	Estrés Térmico*														
A	Requerimiento Térmico diurno		0	0	0	C	C	C	C	C	C	C	C	0	C
A	Requerimiento Térmico nocturno		F	F	F	F	F	0	0	0	0	F	F	F	F

*Estrés térmico. Por arriba del confort (cálido)=C, dentro del confort = 0, por abajo del confort (Frío) = F.

Indicadores de Mahoney

A	Ventilación esencial	H1						1	1	1	1	1	1		6
A	Ventilación deseable	H2	1	1										1	3
A	Protección contra lluvia	H3						1	1	1	1				4
A	Inercia Térmica	A1			1	1	1								3
A	Espacios exteriores nocturnos	A2													0
A	Protección contra el frío	A3													0

Tabla 9. Tablas de Mahoney (Parámetros).

Fuente (A). Fuentes Freixanet, V. (2002). Tablas de Mahoney (hojas de Cálculo).

De acuerdo a los indicadores, Carl Mahoney, plantean las siguientes recomendaciones de diseño para lograr espacios más confortables.

La orientación idónea de las edificaciones, debe ser Norte- Sur, eje largo Este Oeste. El espaciamiento debe de ser igual a 3 pero con protección de vientos. Los locales de una

galería deben de tener ventilación constante. Los tamaños de las aberturas deben de ser medianas de 30% a 50% con respecto al muro. La ventilación cruzada debe de ser de Norte a Sur a la altura de los ocupantes. Las aberturas deben de tener un sombreado total y permanente, además de protección contra la lluvia. Se deben utilizar materiales constructivos en muros y techumbres que ofrezcan un retardo térmico mayor a 8 horas. Es importante la incorporación de grandes drenajes pluviales, debido a los altos niveles de precipitación.

○ **Recomendaciones de Mahoney**

	1 6	2 3	3 4	4 3	5 0	6 0		No.	Recomendaciones
Distribución				1			1	1	Orientación Norte-Sur (eje largo E-O)
						1		2	
Espaciamiento								3	
	1						1	4	igual a 3, pero con protección de vientos
								5	
Ventilación	1						1	6	Habitaciones de una galería -Ventilación constante -
				1				7	
		1						8	
Tamaño de las Aberturas						1		9	
				1			1	10	Medianas 30 - 50 %
								11	
						1		12	
								13	
Posición de las Aberturas	1						1	14	En muros N y S. a la altura de los ocupantes en barlovento
				1				15	
		1							
Protección de las Aberturas						1	1	16	Sombreado total y permanente
			1				1	17	Protección contra la lluvia
Muros y Pisos								18	
				1			1	19	Masivos -Arriba de 8 h de retardo térmico

Techumbre				1			1	20	
	1			1				21	Ligeros, bien aislados
								22	

Espacios nocturnos exteriores								23	
			1				1	24	Grandes drenajes pluviales

Tabla 10. Recomendaciones de Mahoney.

Fuente (A). Fuentes Freixanet, V. (2002). Tablas de Mahoney (hojas de cálculo).

- CARTA BIOCLIMÁTICA

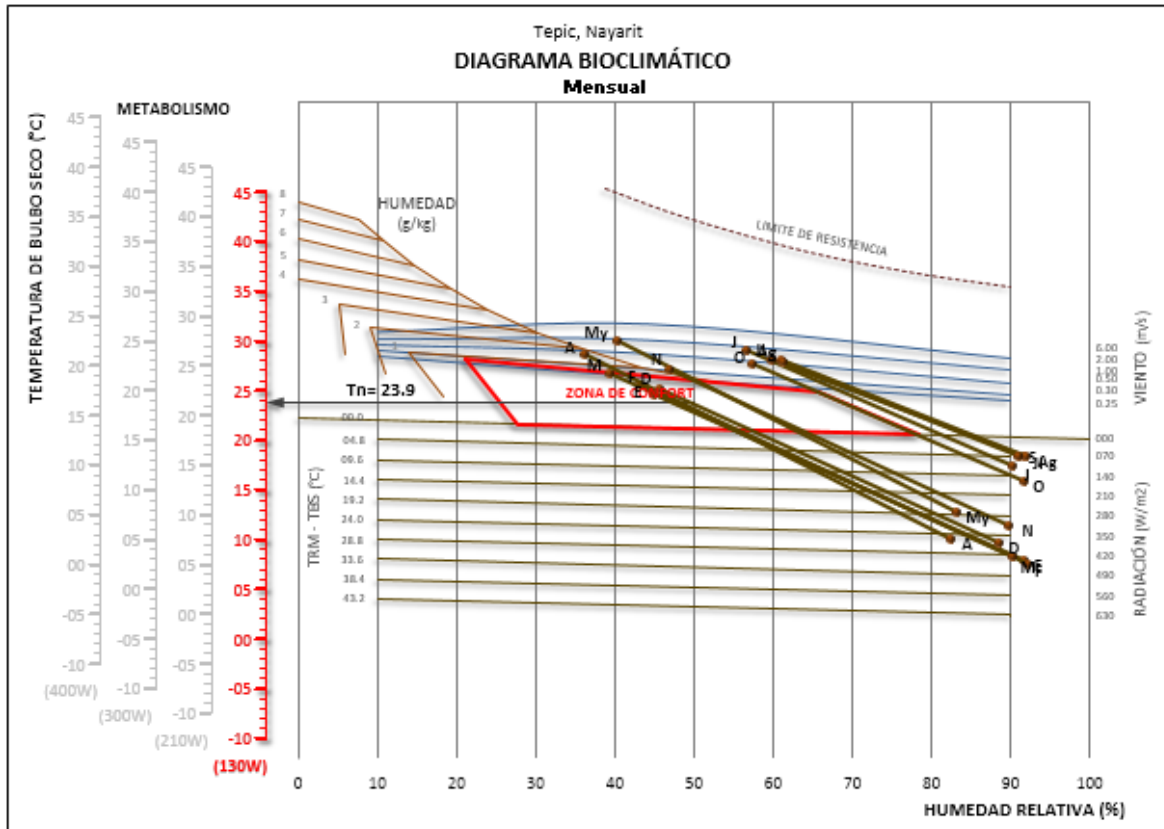


Figura 13. Diagrama bioclimático (Olgay).

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Para definir una zona de confort con fines arquitectónicos, **Víctor Olgay** fue el primero en hacerlo a partir de una gráfica de temperaturas y humedades. Después ésta fue ajustada por Arens, y por último por Szokolay, con ajustes a la temperatura neutra.

La carta bioclimática contempla cuatro estrategias de diseño para establecer la zona de confort, que son: calentamiento, control solar o sombreado, ventilación natural y humidificación. Está hecha para un arropamiento de 1 clo. Se puede utilizar para distintos grados de metabolismo (130, 210, 300 y 400W). Consiste en graficar a partir de líneas, los meses con sus temperaturas y humedades máximas y mínimas, para definir porcentajes correspondientes a las estrategias, según Fuentes Freixanet (2004).

Confort. La estrategia bioclimática para la ciudad de Tepic Nayarit consiste en que los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril son los meses que prevalecen en la zona de confort durante sus temperaturas máximas (entre 2 y 5 de la tarde). Sin embargo, los meses que tienen un periodo más largo de confort a lo largo del día son junio, octubre y diciembre.

Calentamiento. Los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril requieren medidas correctivas de radiación solar entre 350 y 420 W/m² por la mañana y por la noche (a partir de las 8:00 am hasta las 12:00 pm, y de 7:00 pm y lo que resta de la noche), presentando el valor máximo en marzo con 420 W/m². Los meses de junio a septiembre, de acuerdo a sus temperaturas mínimas presentan los menores requerimientos de radiación solar (entre 0.70 y 140 W/m²) ya que son los meses más calurosos de año.

Sombreado. Todos los meses del año requieren sombreado durante el día, unos más y unos menos. Junio, julio, agosto y septiembre, son los meses que necesitan más protección del sol iniciando desde las 11:00 am hasta la noche, y coinciden con el periodo de verano. Abril, mayo y octubre requieren menor sombreado que los meses anteriores. Diciembre, enero y febrero casi no requieren sombreado.

Ventilación natural. Casi todos los meses requieren medidas correctivas de ventilación con requerimientos entre 0.50 a 2 m/s, excepto diciembre, enero y febrero porque sus temperaturas máximas se localizan en la zona de confort. Julio, agosto y septiembre son los meses que más requieren ventilación por más tiempo hasta alcanzar los 0.50 m/s, entre las 11:00 am hasta las 10:00 pm.

Mayo y junio, requieren los valores máximos de ventilación pues son los que contienen las temperaturas más altas del año.

Humidificación/Deshumidificación. Los únicos meses que requieren humidificación son marzo y abril, ya que presenta valores de casi los 2 g/kg de aire (entre 2:00 y 5:00 pm aproximadamente) según la carta bioclimática, así como de medidas de ventilación de casi 0.50 m/s.

Los meses que requieren deshumidificación según la carta bioclimática y las humedades relativas horarias, son de mayo a noviembre, sobretodo junio, julio, agosto, septiembre y

octubre (entre las 9:00 pm hasta las 11:00 am), pues son los que presentan mayor humedad durante el año, y algunos de ellos contienen los más altos valores de precipitación. El resto de los meses mencionados, necesitan a partir de la media noche hasta las 10:00 am aproximadamente.

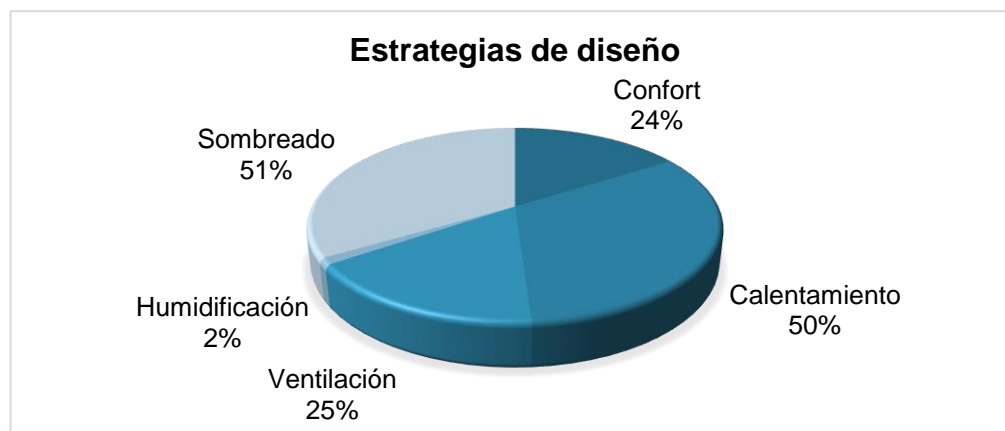
La gráfica bioclimática demuestra, que mientras más altas sean las temperaturas de los meses, existe una humedad menor en comparación con las temperaturas más bajas que resulta ser más elevada.

Carta Bioclimática - Estrategias de Diseño -

		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Confort	%	30	32	30	29	30	37	0	0	0	39	32	34	24
Calentamiento	%	70	68	64	57	48	35	32	31	32	42	58	66	50
Ventilación	%	0	0	6	14	22	28	68	69	68	19	10	0	25
Humidificación	%	0	0	6	14	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Sombreado	%	30	32	36	57	52	65	68	69	68	58	42	34	51

Tabla 11. Estrategias de diseño (Porcentajes).

Fuente: Elaboración propia, con datos de BAT.



Gráfica 12. Estrategias de diseño (Porcentajes).

Fuente: Elaboración propia, con datos de BAT.

FUENTE	PARÁMETROS	Unidad	MESES												ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	

CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (revisada por Szokolay)

TEMPERATURA NEUTRA

a	LÍMITE SUPERIOR DE LA ZC (ZCs)	°C	25.2	25.2	25.6	26.1	26.7	27.3	27.4	27.3	27.3	26.9	26.1	25.5	26.4
a	TEMPERATURA NEUTRA (Tn)	°C	22.7	22.7	23.1	23.6	24.2	24.8	24.9	24.8	24.8	24.4	23.6	23.0	23.9
a	LÍMITE INFERIOR DE LA ZC (ZCi)	°C	20.2	20.2	20.6	21.1	21.7	22.3	22.4	22.3	22.3	21.9	21.1	20.5	21.4

ESTRATEGIA DE DISEÑO

Confort	Tmax	C	C	C	C	C	C				C	C	C	C
	Tmed													
	Tmin													
Radiación (W/m2)	Tmax													
	Tmed	385	420	385	350	280	140	105	105	105	175	315	350	
	Tmin	350-420	420	350-420	350	280	140	70-140	70-140	70-140	140-210	280-350	350	350-420
Sombreado	Tmax	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	Tmed													
	Tmin													
Ventilación	Tmax			V	V	V	V	V	V	V	V	V		V
	Tmed													
	Tmin													
Humidificación	Tmax			H	H									
	Tmed													
	Tmin													

Tabla 12. Estrategias de diseño (Mensual).

Fuente: Elaboración propia, con datos de BAT.

- DIAGRAMA PSICROMÉTRICO (SEGÚN SZOKOLAY)

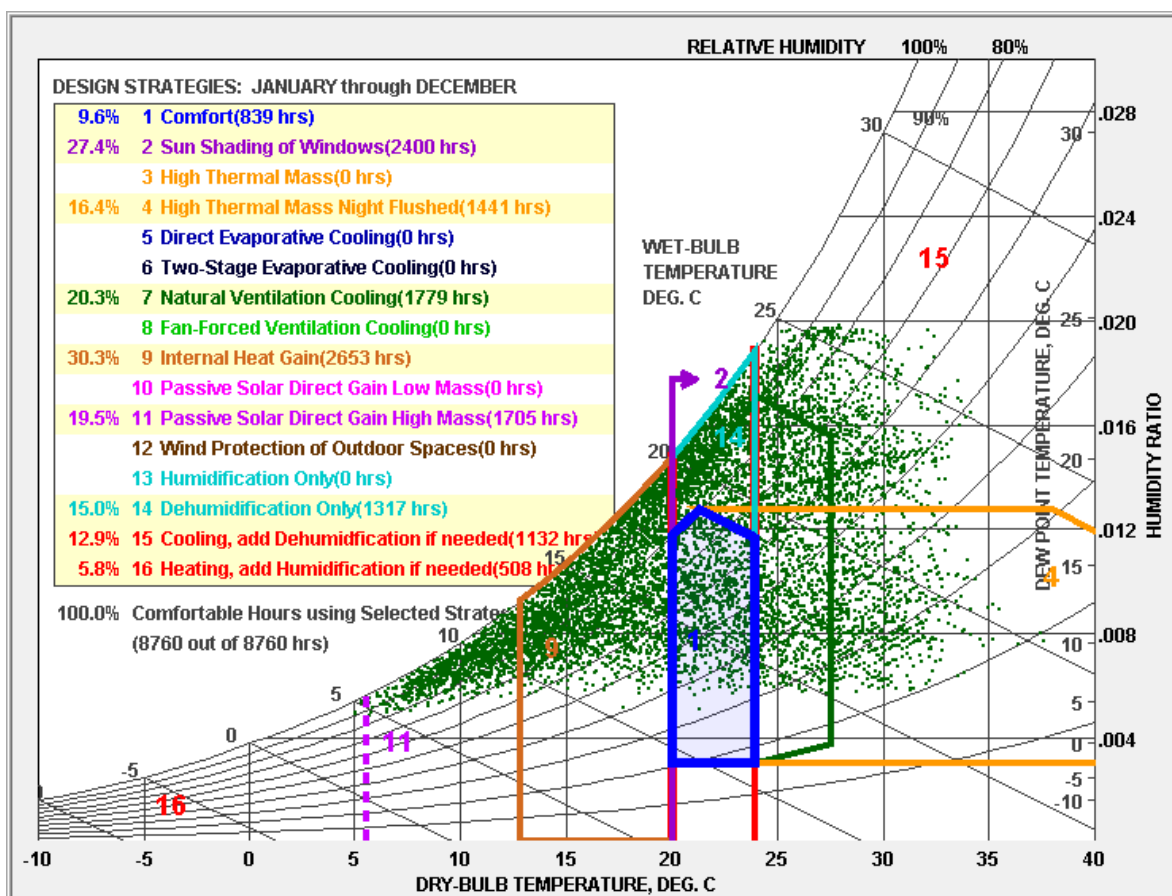


Figura 14. Diagrama psicrométrico (Szokolay).

Fuente: Software *Climate Consultant 6.0* con datos climáticos de Tepic, Nayarit.

La carta psicrométrica fue utilizada por primera vez por **Baruch Givoni** para definir una zona de confort con fines arquitectónicos, así también para proponer distintas estrategias de diseño, como: *calentamiento, ventilación, humidificación, enfriamiento evaporativo, masa térmica con ventilación nocturna y sistemas activos o convencionales de acondicionamiento del aire*. La Psicrometría se encarga de medir el contenido de humedad del aire.

Tiene la función principal de definir y relacionar parámetros psicrométricos del aire húmedo, ya sea como la temperatura del bulbo seco y bulbo húmedo, presión de vapor de agua y humedad absoluta, humedad relativa, volumen específico y la entalpía, según Fuentes Freixanet (2012).

La presente carta psicrométrica fue realizada con base en el Software *Climate Consultant 6.0* con los datos climáticos de la ciudad de Tepic Nayarit, estableciendo 16 estrategias de diseño las cuáles algunas de ellas fueron requeridas por el clima de la ciudad.

Confort. Los meses que presentan mayor grado de confort según la carta psicrométrica, se localizan desde noviembre hasta mayo, incluyendo el periodo de invierno y primavera. Los meses que presentan valores de confort más altos, son diciembre y febrero. Los meses más inconfortables son junio, julio, agosto y septiembre, y coinciden con las temperaturas y humedades medias más altas anuales.

Sombreado de ventanas. Durante todo el año se requiere el sombreado de ventanas, sin embargo los meses de marzo a agosto presentan los mayores requerimientos, ya que en estos meses existe el mayor grado de radiación solar y de insolación durante el año. Los meses que menos requieren sombreado, es diciembre, enero y febrero (invierno).

Alta masa térmica. Casi no es presentado este requerimiento durante el año, excepto el mes de enero porque muestra las temperaturas más bajas, así con muy pocos requerimientos en junio.

Alta masa térmica nocturna. La mayor parte del año requiere alta masa térmica nocturna, excepto de junio a septiembre (verano). Los meses que presentan los valores más altos son marzo, abril y mayo, pues contienen mayor grado de radiación solar.

Enfriamiento por ventilación natural. Los meses como febrero, abril, mayo, junio, noviembre y diciembre, presentan requerimientos de enfriamiento por ventilación natural, coinciden con la temporada de invierno, primavera e inicio del verano.

Enfriamiento de ventilación forzado. Los requerimientos de enfriamiento de ventilación forzada son presentados durante los meses de julio a octubre, que contienen las temperaturas más elevadas durante el año (con mayor intensidad entre las 2:00 y 5:00 pm), así como de mayor humedad.

Ganancia de calor interno. Estos requerimientos se solicitan durante todo el año, pero con mayor intensidad durante los meses de noviembre hasta abril, que coincide con los meses más fríos del año (temperaturas más bajas anuales).

Ganancia solar pasiva directa de alta masa. La gran parte del año se requiere ganancia solar pasiva de alta masa, sobre todo durante los meses de marzo y abril porque contienen

los valores de radiación más altos anuales. Los meses que casi no requieren se encuentran de junio a octubre, ya que tienen menor radiación solar y mayor humedad anual.

Únicamente deshumidificación. La mitad del año requiere deshumidificación, presentándose en los meses de mayor precipitación y humedad, es decir, desde junio a noviembre (aproximadamente desde las 9:00 pm hasta las 11:00 am).

Refrigeración, añadir deshumidificación si es necesario (1132 horas). Casi la mitad del año requiere refrigeración (entre la 1:00 pm y las 6:00 pm aproximadamente), coincidiendo con los del punto anterior agregando mayo, meses que tienen altas temperaturas anuales y más húmedos. Incluir deshumidificación desde las 9:00 pm hasta las 9:00 am y 11 am).

Calefacción, añadir humidificación si es necesario (508 horas). Este requerimiento se necesita muy poco durante el año, sin embargo los meses de invierno (diciembre a febrero) presentan los valores más altos anuales (desde las 9.00 pm hasta las 11:00 pm) y no requiere humidificación.

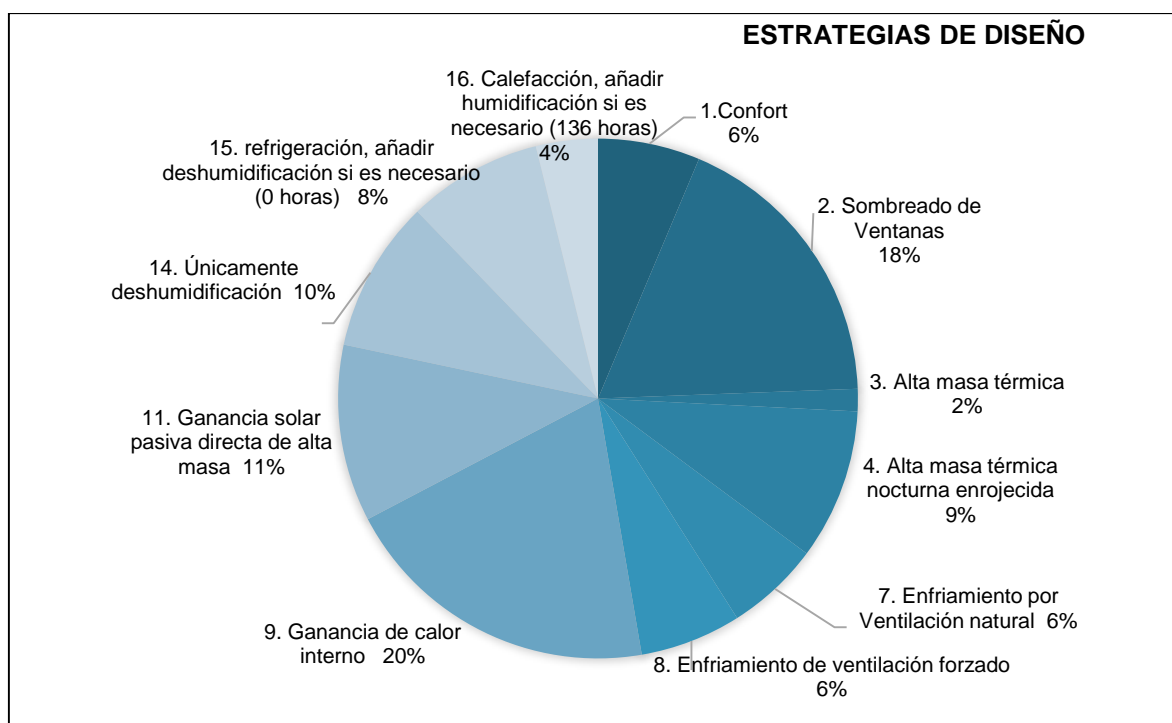
Estrategias de diseño según la carta psicométrica realizada por el software *Climate Consultant*

ESTRATEGIAS DE DISEÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1. Confort	15.90%	16.70%	15.50%	14.40%	15.60%	1.70%	0.10%	0.90%	0.30%	3.90%	13.80%	16.70%	9.63%
2. Sombreado de Ventanas	21.80%	22.30%	28.50%	30%	32.50%	31%	30.20%	29.40%	27.60%	27.20%	26.10%	21.80%	27.37%
3. Alta masa térmica	21.10%	0	0	0	0	4.20%	0	0	0	0	0	0	2.11%
4. Alta masa térmica nocturna	0	20.20%	27.40%	29.70%	39.10%	0	0	0	0	9.40%	22.40%	22.30%	14.21%
5. Enfriamiento por evaporación directa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
6. Dos etapas de enfriamiento evaporativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
7. Enfriamiento por Ventilación natural	0	11.20%	0	16.10%	20%	26.70%	0	0	0	0	21.30%	11%	8.86%
8. Enfriamiento de ventilación forzado	0	0	0	0	0	0	29.80%	25%	26.80%	32.90%	0	0	9.54%
9. Ganancia de calor interno	35.20%	36.90%	36.80%	35.60%	32.90%	23.60%	17.10%	16.90%	18.50%	28.60%	41.70%	40.20%	30.33%
10. Ganancia solar pasiva directa de baja masa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%

11. Ganancia solar pasiva directa de alta masa	25.70%	24.90%	31.50%	30%	19.80%	0	9.10%	0	7.40%	0	26.50%	25.40%	16.69%
12. Protección contra el viento de espacios al aire libre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
13. Únicamente humidificación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
14. Únicamente deshumidificación	0	0	0	0	0	28.50%	35.20%	34.40%	38.20%	27.70%	7.80%	0	14.32%
15. refrigeración, añadir deshumidificación si es necesario (1132 horas)	0	0	0	0	0.30%	28.80%	34.50%	34.90%	31.30%	20.40%	2.20%	0	12.70%
16. Calefacción, añadir humidificación si es necesario (508 horas)	18.30%	15.90%	7.50%	6.90%	4.00%	0.80%	0	0.40%	0.10%	0.30%	5.10%	10.80%	5.84%

Tabla 13. Estrategias de diseño (Szokolay).

Fuente: Software *Climate Consultant 6.0* con datos climáticos de Tepic, Nayarit.



Gráfica 13. Estrategias de diseño (Szokolay).

Fuente: Elaboración propia, utilizando software *Climate Consultant*.

• CONFORT TÉRMICO PRONOSTICADO (PVM-PPD) FANGER

El método de Fanger estima el confort térmico a partir de la información relativa de: vestimenta, tasa metabólica, temperatura (mínima, media y máxima), la velocidad del aire y la humedad relativa. De esta manera, calcula dos índices denominados: voto medio estimado (PMV-predicted mean vote) que da la escala de frío hasta sofocante; y porcentaje de personas insatisfechas (PPD-predicted percentage dissatisfied).

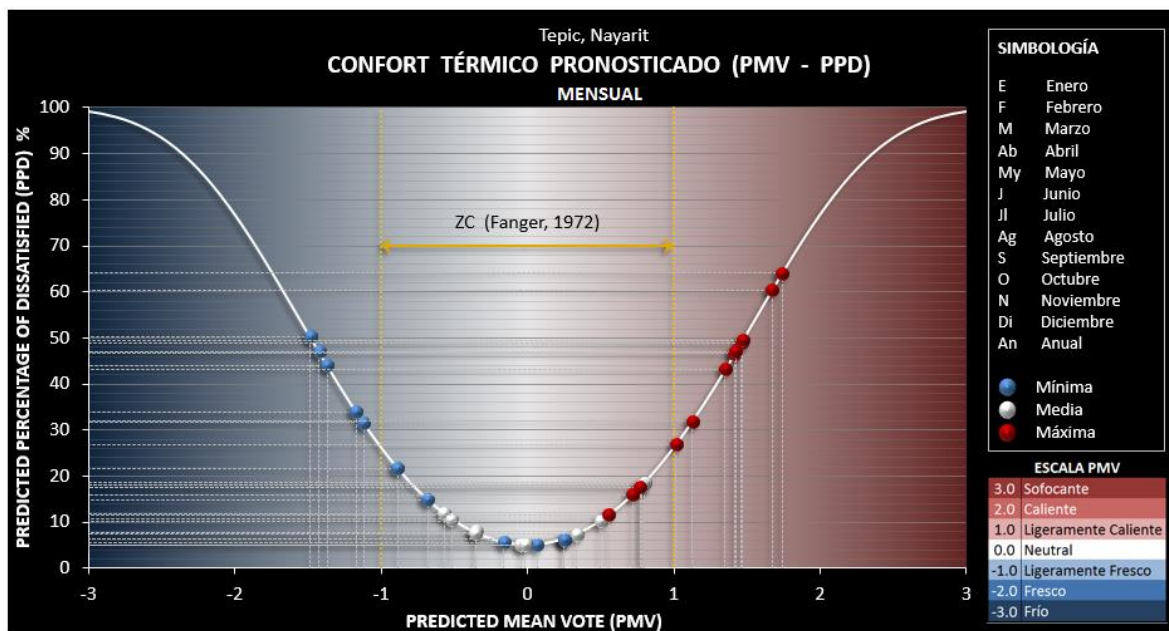
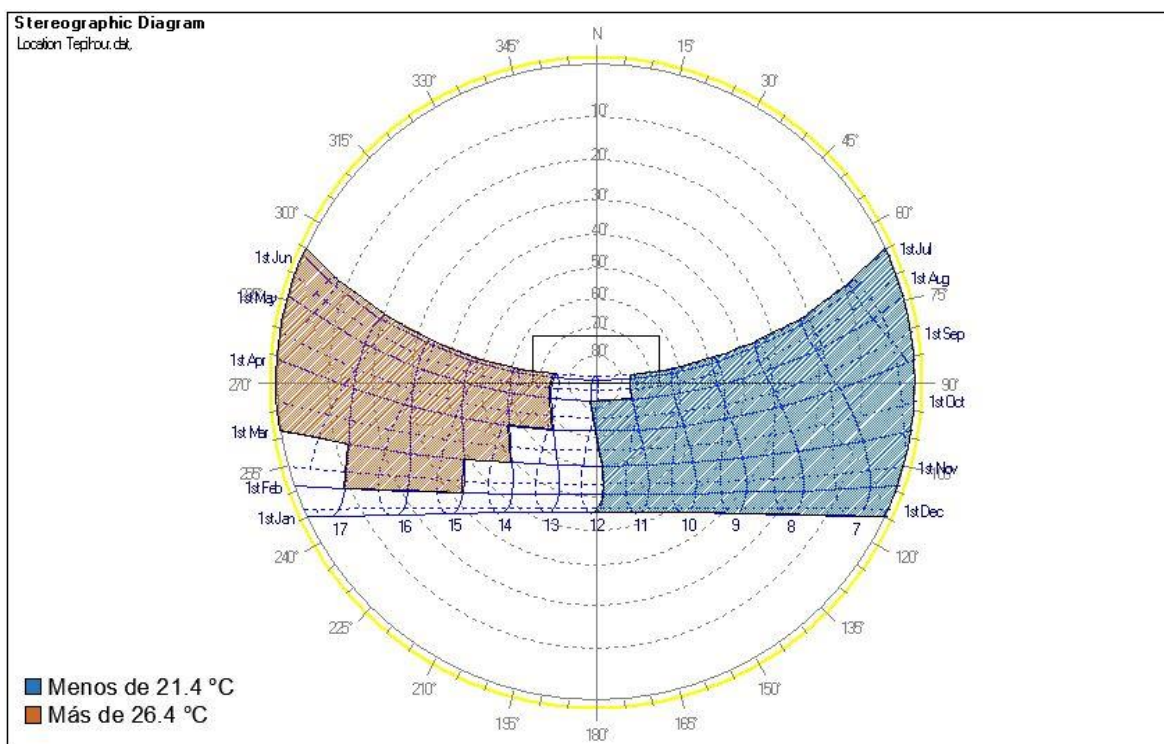


Figura 15. Confort térmico pronosticado (PMV-PPD).

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

La figura 15, muestra claramente tres zonas: fría, confort y caliente. De acuerdo a esto, es posible distinguir los meses que se encuentran en disconfort en relación con temperatura y humedad relativa (considerando los valores máximos). En este rango se encuentran 9 meses del año: marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre. Destacando mayo y junio como los más cálidos, situados muy próximos a la escala PMV 2.0 caliente y con un 60 y 65% de personas que se encuentran en disconfort.

Mientras que en el período de diciembre hasta abril, el nivel de disconfort se presenta con valores mínimos de temperatura y humedad relativa, con una sensación térmica ligeramente fresco a frío, y un porcentaje de personas insatisfechas del 50 al 30%.



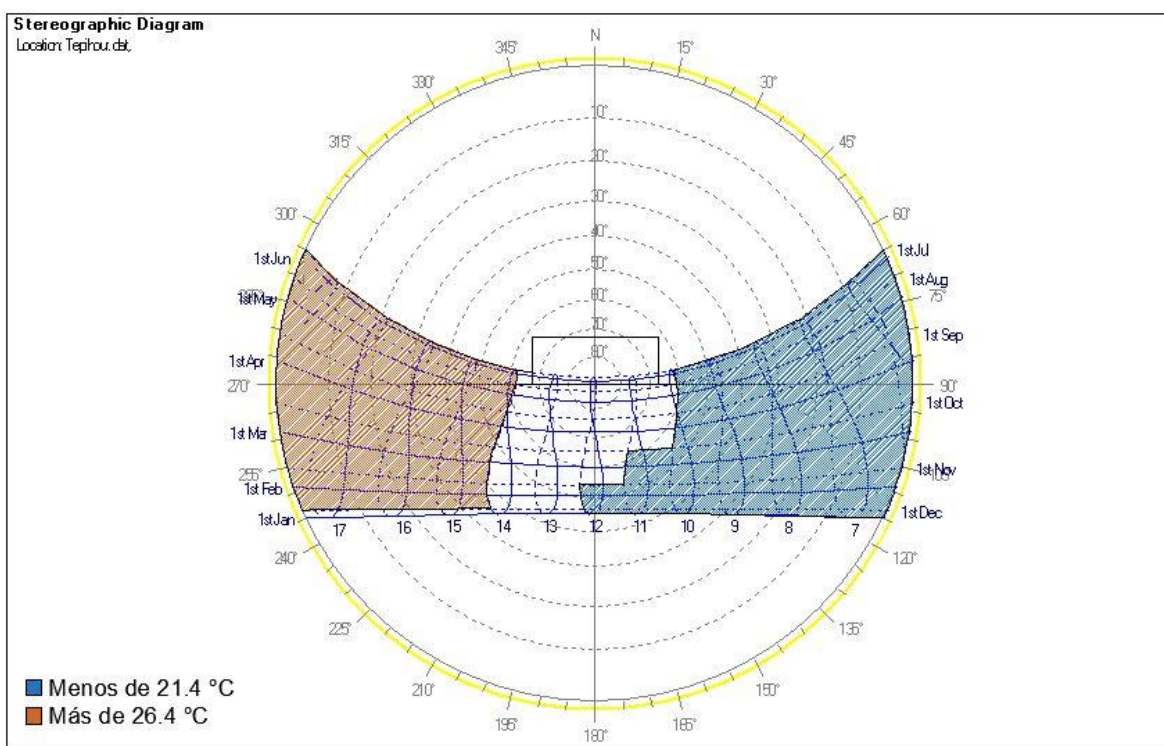
Gráfica 14. Temperaturas horarias de los meses enero-junio.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Las temperaturas en la gráfica solar se dividieron por semestres y gráficas con líneas, correspondientes al día primero de cada mes. El primero (*gráfica 14*), los meses de Enero-Junio, y el segundo (*gráfica 15*) los meses de Julio-Diciembre. Se muestran sin color el mes y el horario cuando se encuentra en confort, el color cálido (anaranjado) el mes y el horario cuando presenta temperaturas altas, más de 26.4 °C y el color frío (azul) el mes y el horario cuando presentan temperaturas bajas, menos de 21.4 °C.

Para el primer semestre (*gráfica 14*), se observa que en el mes de *enero*, se presenta el bajo calentamiento hasta las 11 de la mañana, teniendo una zona de confort de 12 a 20 horas, sin sobrecalentamiento; teniendo entonces, el mayor horario de confort, junto con diciembre, en todo el semestre. En el mes de *febrero*, los resultados son similares al mes anterior, ya que también existe un bajo calentamiento hasta las 11 de la mañana, disminuyendo la hora de confort, comenzando a partir de las 12 y terminando en las 14 horas, posteriormente con un sobrecalentamiento de 15 a 16 horas. En el mes de *marzo*, se tiene el mismo bajo calentamiento que enero y febrero, con un horario de zona confort de 12 a 13 horas, posteriormente con un sobrecalentamiento de 14 a 17 horas. En el mes

de *abril*, disminuyen las horas de bajo calentamiento presentándose hasta las 11 de la mañana, disminuyendo una hora en la zona de confort, teniendo solo una hora, las 12 horas. A partir de las 13 hasta las 18 horas se percibe el sobrecalentamiento. En el mes de *mayo*, siguen disminuyendo horas de bajo calentamiento, hasta las 10 de la mañana, teniendo la zona de confort entre las 11 y las 12 horas; el sobrecalentamiento del mes sigue aumentando, con un horario de 13 a 19 horas, siendo el mes con mayor sobrecalentamiento en todo el año. En el mes de *junio*, los resultados del bajo calentamiento son similares al mes de mayo, manteniéndose en el mismo horario. La zona de confort se encuentra entre las 11 y las 12 horas, con un horario de sobrecalentamiento de 13 a 18 horas.



Gráfica 15. Temperaturas horarias de los meses julio-diciembre.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Para el segundo semestre (*gráfica 15*), se observa que en el mes de *julio*, *agosto* y *septiembre*, existe un bajo calentamiento hasta las 9 de la mañana, entrando a la zona de confort, a partir de las 10 horas y terminándose a las 13 horas. El sobrecalentamiento comienza después del confort a partir de las 14 horas hasta las 17 horas. En el mes de *Octubre*, aumenta el bajo calentamiento, presentándose hasta las 10 de la mañana, posteriormente sigue disminuyendo la zona de confort, con un horario de 11 a 13 horas. El

sobrecalentamiento se mantiene a partir de las 14 horas hasta las 17 horas. En el mes de *noviembre*, sigue aumentando el bajo calentamiento, hasta las 11 de la mañana, y un horario de zona de confort, de 12 a 13 horas; el sobrecalentamiento se localiza de las 14 horas hasta las 17 horas. En el mes de *diciembre*, se mantiene el bajo calentamiento hasta las 11 de la mañana, y un horario de zona de confort, de 12 hasta las 20 horas, sin sobrecalentamiento.

Se concluye con base a éste análisis, que la orientación óptima en la Ciudad de Tepic, Nayarit, es aquella que no permita la entrada de rayos solares directos, utilizando dispositivos de control solar que boqueen el paso del sol en las horas de sobrecalentamiento incluso aquellas que se encuentran en confort. Para no elevar las temperaturas en la zona de confort, se recomienda el sombreado en las zonas bajas de esta zona, ya que de permitir la penetración solar, las temperaturas podrían elevarse e incrementar el sobrecalentamiento, esto, sobre todo en los meses de abril, mayo y junio.

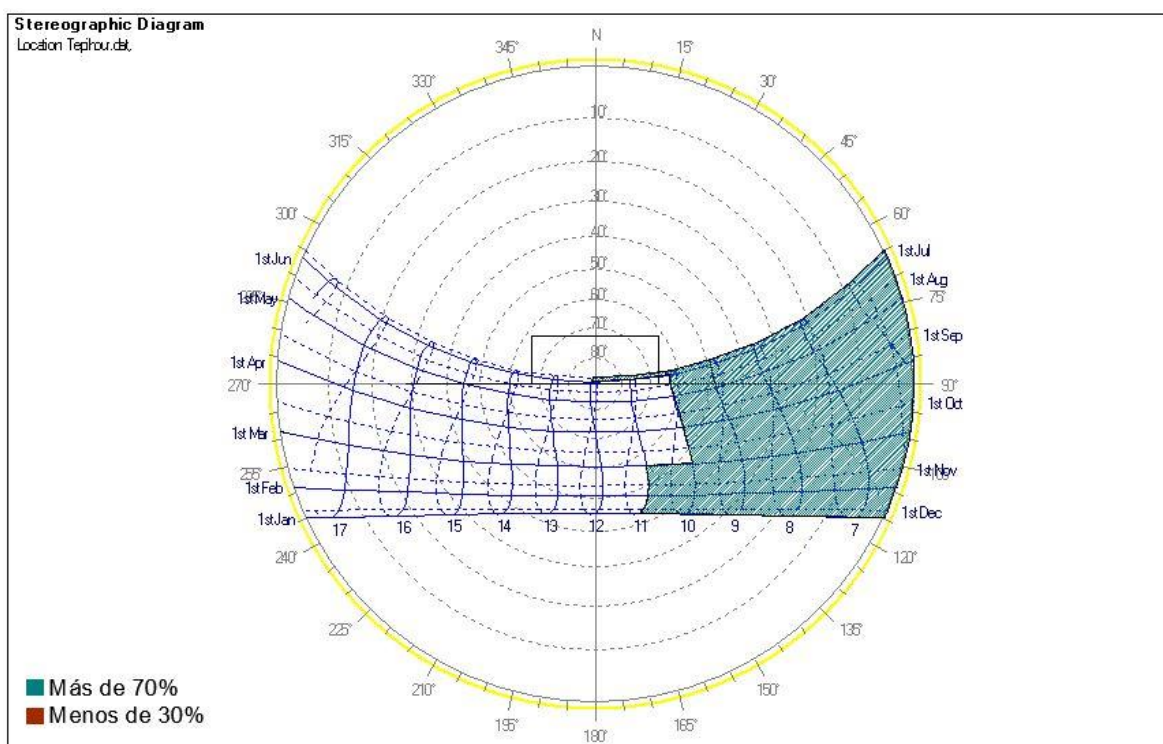
Las recomendaciones desde el punto de vista térmico, deben contrastarse en función del viento. Para la Ciudad de Tepic, en la mayoría de los casos el viento prevaleciente se encuentra comprendido entre el Noroeste, de tal forma que los dispositivos de ventilación deben diseñarse de tal manera que permitan la ventilación en primavera y restringirla en invierno.

• HUMEDAD RELATIVA HORARIA

PROM. HUM.		HUMEDADES RELATIVAS HORARIAS																										HB	CF	HA
Min.	Max.	HORA	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	%	%	%	
44.7	91.6	ENE	91.1	91.6	90.2	86.1	79.9	72.2	64.1	56.4	50.2	46.1	44.7	45.2	46.7	49.2	52.5	56.4	60.9	65.7	70.6	75.4	79.9	83.8	87.1	89.6	0.0	50.0	50.0	
43.1	91.9	FEB	91.4	91.9	90.4	86.2	79.7	71.7	63.3	55.3	48.8	44.6	43.1	43.6	45.2	47.8	51.2	55.3	60.0	64.9	70.1	75.0	79.7	83.8	87.2	89.8	0.0	50.0	50.0	
39.2	89.9	MAR	89.3	89.9	88.4	84.0	77.2	69.0	60.1	51.9	45.1	40.7	39.2	39.8	41.4	44.0	47.6	51.9	56.7	61.9	67.2	72.4	77.2	81.5	85.1	87.7	0.0	58.3	41.7	
36.0	82.3	ABR	81.8	82.3	80.9	76.9	70.7	63.2	55.1	47.6	41.4	37.4	36.0	36.5	38.0	40.4	43.7	47.6	52.0	56.7	61.6	66.3	70.7	74.6	77.9	80.3	0.0	62.5	37.5	
40.1	83.0	MAY	82.5	83.0	81.7	78.0	72.3	65.3	57.8	50.8	45.1	41.4	40.1	40.6	42.0	44.2	47.2	50.8	54.9	59.3	63.8	68.2	72.3	75.9	78.9	81.1	0.0	62.5	37.5	
56.4	90.0	JUN	89.6	90.0	89.0	86.1	81.6	76.1	70.3	64.8	60.3	57.4	56.4	56.8	57.9	59.6	62.0	64.8	68.0	71.4	75.0	78.4	81.6	84.4	86.8	88.5	0.0	41.7	58.3	
59.6	91.5	JUL	91.2	91.5	90.5	87.8	83.5	78.3	72.8	67.6	63.3	60.6	59.6	59.9	61.0	62.6	64.9	67.6	70.6	73.9	77.2	80.5	83.5	86.2	88.5	90.1	0.0	37.5	62.5	
60.9	91.7	AGO	91.4	91.7	90.8	88.1	84.0	79.0	73.6	68.6	64.5	61.8	60.9	61.2	62.2	63.8	66.0	68.6	71.5	74.7	77.9	81.1	84.0	86.6	88.8	90.4	0.0	37.5	62.5	
61.0	90.7	SEP	90.4	90.7	89.8	87.2	83.3	78.4	73.3	68.4	64.5	61.9	61.0	61.3	62.3	63.8	65.9	68.4	71.3	74.3	77.4	80.4	83.3	85.8	87.9	89.4	0.0	37.5	62.5	
57.1	91.5	OCT	91.1	91.5	90.5	87.5	82.9	77.3	71.3	65.7	61.1	58.1	57.1	57.5	58.6	60.4	62.8	65.7	69.0	72.5	76.1	79.6	82.9	85.8	88.2	90.0	0.0	41.7	58.3	
46.6	89.5	NOV	89.0	89.5	88.2	84.5	78.8	71.8	64.3	57.3	51.6	47.9	46.6	47.1	48.5	50.7	53.7	57.3	61.4	65.8	70.3	74.7	78.8	82.4	85.4	87.6	0.0	50.0	50.0	
45.5	88.2	DIC	87.7	88.2	86.9	83.2	77.5	70.6	63.1	56.2	50.5	46.8	45.5	46.0	47.9	49.6	52.6	56.2	60.3	64.6	69.1	73.4	77.5	81.1	84.1	86.4	0.0	54.2	45.8	
49.2	89.3	ANUAL	88.9	89.3	88.1	84.6	79.3	72.7	65.8	59.2	53.9	50.4	49.2	49.6	50.9	53.0	55.8	59.2	63.0	67.2	71.3	75.5	79.3	82.7	85.5	87.6	0.0	48.6	51.4	

Tabla 15. Humedades relativas horarias anuales.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

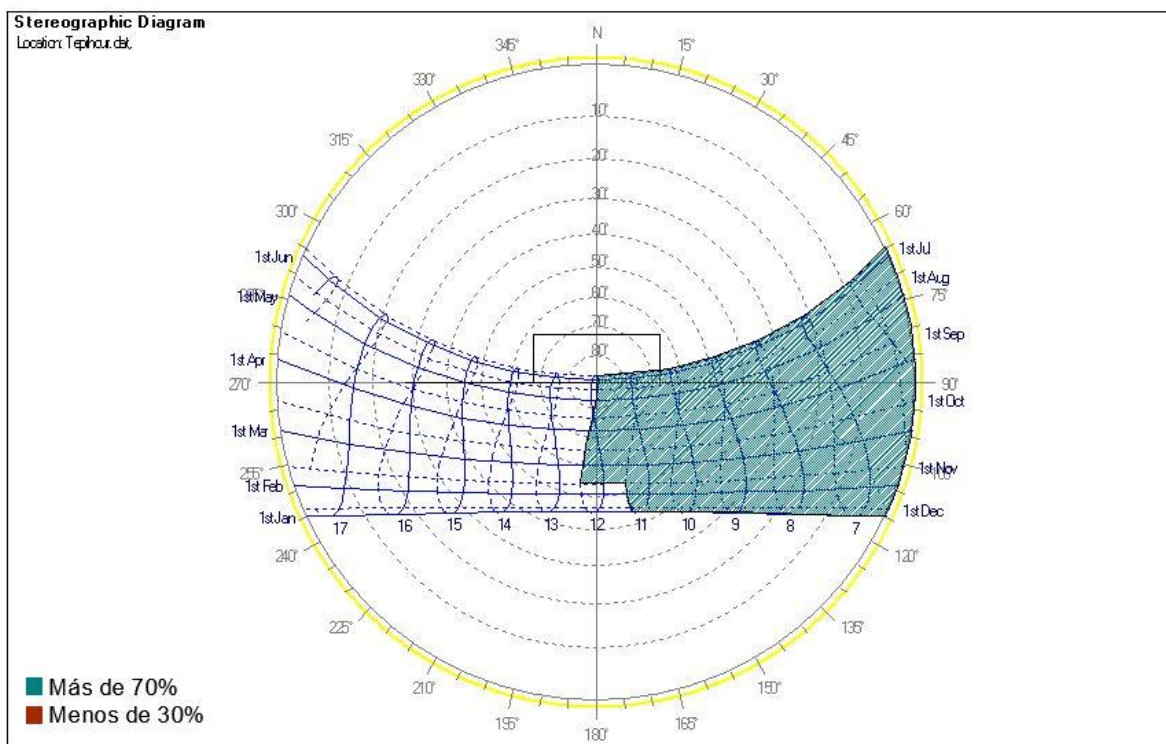


Gráfica 16. Humedad relativa horaria de los meses enero-junio.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Los resultados de las tablas horarias de humedad relativa para la Ciudad de Tepic, Nayarit, obtenidos del programa Bioclimatic Analysis Tool (BAT), son representados en la gráfica solar divididos por semestres. El primero (*gráfica 16*), los meses de Enero-Junio, y el segundo (*gráfica 17*) los meses de Julio-Diciembre. El color cálido (anaranjado) representa la humedad con menos del 30%, y el color frío (azul) representa la humedad con más del 70%.

En el primer semestre (*gráfica 16*), para los meses de *enero* y *febrero*, la humedad se presenta hasta las 10 de la mañana, comenzando a partir de las 11 hasta las 22 horas la zona de confort. En el mes de *marzo*, la humedad se presenta hasta las 9 de la mañana, comenzando a partir de las 10 hasta las 23 horas la zona de confort. Los meses de *abril* y *mayo*, presentan humedad hasta las 9 de la mañana, comenzando a partir de las 10 hasta las 0:00 horas la zona de confort. En el mes de *junio*, se presenta la humedad hasta las 11 de la mañana, comenzando el área de confort a partir de las 12 hasta las 21 horas (*tabla 16*).



Gráfica 17. Humedad relativa horaria de los meses julio-diciembre.

Fuente: Elaboración propia, utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

En el segundo semestre (*gráfica 17*), los meses de *julio*, *agosto* y *septiembre*, son los meses con mayor humedad en el año, presentando un rango menor de confort, iniciando desde las 12 del mediodía hasta las 20 horas. En el mes de *octubre*, termina la humedad a la misma hora que los meses pasados, iniciando el rango de confort desde el mediodía pero terminando hasta las 21 horas. Ya en el mes de *noviembre*, se sigue ampliando el rango de confort, terminando la humedad por la mañana hasta las 10, y posteriormente comenzando el confort de las 11 hasta las 22 horas. En el mes de *diciembre*, se sigue reduciendo la humedad, ampliándose la zona de confort, comenzando a partir de las 11 de la mañana y terminando hasta las 23 horas.

Se concluye con base a éste análisis, que el semestre con mayor humedad es el segundo, de Julio a Diciembre; teniendo los tres meses (julio, agosto y septiembre) con mayor humedad en todo el año, y al mismo tiempo presentando menor rango de confort que en el primer semestre, los meses de Enero a Junio. En los meses de Julio a Diciembre, se reduce el rango de horas dentro del confort, al tener los meses con mayor lluvias en el año, por lo cual, se deberían considerar estrategias de deshumidificación en verano. La ciudad

de Tepic, Nayarit, presenta humedades altas en todo el año a partir del 70%, (provocadas no solo por la lluvia, sino por la cercanía con el nivel del mar), siendo uno de los estados con mayor humedad anual.

• CICLOS ESTACIONALES

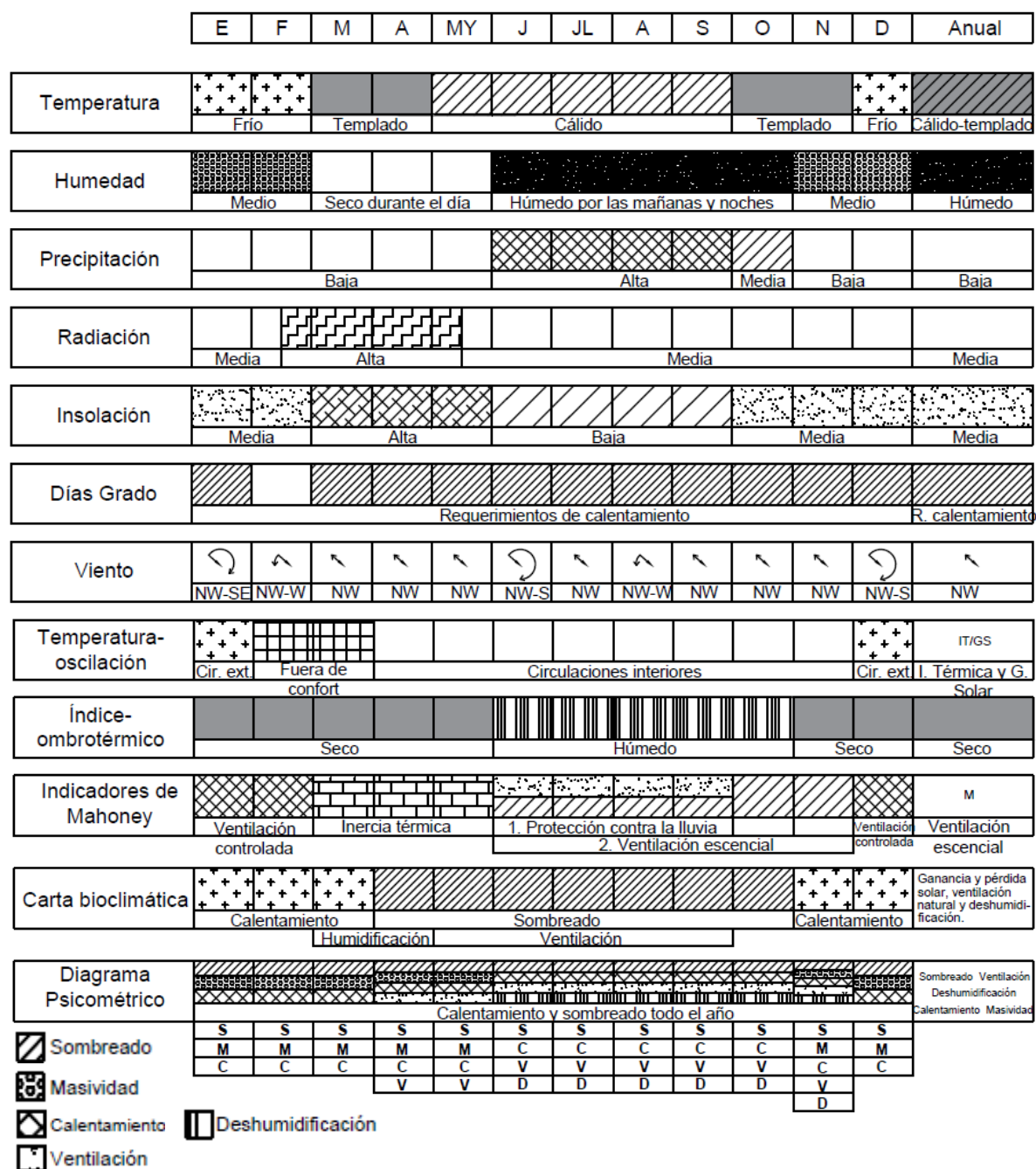


Tabla 16. Ciclos estacionales.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3.2 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA MENSUAL

Enero. De acuerdo a los datos analizados del clima, el mes de enero presenta una temperatura media de 16.3°C, siendo uno de los dos meses con mayor frío en todo el año; presentando mínimas extremas de 1.5°C. Es conveniente la combinación de la inercia térmica de los materiales para la regulación de las oscilaciones de temperatura y la ganancia solar directa e indirecta, como estrategia de climatización. Por ser uno de los meses de mayor frío, al ser un mes invernal, se requiere de estrategias de calentamiento en la mayor parte del día.

Los vientos dominantes en enero surgen en el noroeste y ahí se mantienen todo el mes. La ventilación según los resultados del análisis climático es deseable y casi no requiere de sombreado. La precipitación es baja, la humedad relativa es media y el índice ombrotérmico lo cataloga como seco, presentando una elevada amplitud de oscilación de temperatura diaria.

Febrero. Febrero es el segundo mes más frío de todo el año, presentando una temperatura media de 16.6°C; pero a diferencia de enero, este mes presenta temperaturas mínimas extremas aún más bajas llegando hasta los -0.4°C. Para este mes se recomienda la combinación de la inercia térmica de los materiales para la regulación de las oscilaciones térmicas y la ganancia solar directa e indirecta, como estrategia de climatización.

La radiación se incrementa ligeramente, pero las estrategias de calentamiento se siguen requiriendo sobre todos en las horas iniciales y finales del día. Los vientos conservan la misma dirección dominante, el noroeste. La humedad relativa disminuye ligeramente junto con la probabilidad de precipitación, por lo tanto el índice ombrotérmico es aún más seco en el mes de febrero.

Marzo. En el mes de marzo termina el invierno y comienza la primavera. La temperatura sigue en aumento, y la humedad relativa disminuye ligeramente. Al ser el mes con la mayor radiación solar, y el segundo en el parámetro de mayor insolación, la necesidad de las estrategias de sombreado son a mayor escala. La posibilidad de precipitación sigue en aumento, pero continúa en el rango de meses con escasa probabilidad de lluvia, por lo tanto el índice ombrotérmico sigue siendo seco. La oscilación térmica sigue aumentando y la dirección de los vientos se sigue manteniendo en el noroeste.

Al aumentar las temperaturas, marzo es el primer mes de año en requerir estrategias de enfriamiento, esto en las horas centrales del día. Sigue dentro del rango de estrategias que requieren la inercia térmica de los materiales y estrategias de ganancia solar directa e indirecta. Los requerimientos de calentamiento disminuyen, pero sigue requiriendo medidas correctivas de radiación solar, en horas iniciales y finales del día.

Abril. El mes de abril es donde se presenta la transición entre las temperaturas más frías del año y las cálidas. Caracterizándose por una temperatura templada. El horario de discomfort por altas temperaturas se sitúa a partir de la 1pm hasta las 6pm, debido a que abril es uno de los meses con mayor radiación solar e índices de humedad más bajos durante el día. Considerando además, que las probabilidades de precipitación son bajas durante esta temporada. Sin embargo las temperaturas durante la noche llegan a bajar hasta los 10°C.

En relación con los vientos dominantes, que vienen del Noroeste.

Bajo estas características climáticas, es preciso enfocar las estrategias bioclimáticas principalmente en la inercia térmica de los materiales, humidificación y protección solar.

Mayo. Aquí inicia la época más cálida, donde se alcanzan temperaturas hasta de 30°C después de mediodía. La humedad durante el día continúa siendo baja, al igual que los valores de precipitación.

La radiación solar, presenta valores altos que van descendiendo al final del mes. Sin embargo, el porcentaje de insolación es el más alto de todo el año. Es decir, durante este mes la cantidad de horas de sol directo con respecto a la duración del día son mayores.

Los vientos conservan su dirección dominante dentro del rango del Noroeste.

Con la interpretación de estos valores climáticos, se definen las estrategias de diseño bioclimático que se necesitan para lograr confort higrotérmico. Éstas son: inercia térmica, ventilación (aprovechar los vientos dominantes) y sombreado (protección solar).

Junio. Se sitúa como el segundo mes más cálido, definiendo su zona de discomfort a partir de las 13hrs hasta las 18hrs, con rangos de temperatura de 27°C a 29°C. A diferencia de los meses anteriores, la humedad es relevante, con presencia en las mañanas y durante las noches. A partir de junio, se considera el periodo de lluvias, con precipitaciones altas. Por ello, la radiación solar e insolación baja considerablemente.

La dirección de los vientos cambia, y se reciben del Noroeste-Sur.

Para ello, es necesario la aplicación de soluciones bioclimáticas como: ventilación, sombreado, protección contra la lluvia e inercia térmica de los materiales.

Julio. En este mes las temperaturas siguen siendo altas, alcanzando los 28° C. Se perciben altos índices de humedad por la noche y mañana oscilando entre el 60% y 90%. Julio es el mes con mayor precipitación en todo el año. La radiación e insolación solar disminuye por la nubosidad.

Debido a las condiciones anteriores, se recomiendan estrategias de enfriamiento para mejorar el confort térmico. 1) Minimizar la ganancia de calor por medio de protecciones solares; 2) Minimizar el flujo conductivo, utilizando materiales aislantes; 3) Promover el amortiguamiento por medio de materiales con inercia térmica; 4) Promover la ventilación natural, inducida o forzada. 5) Promover la protección contra la lluvia; Este mes presenta requerimientos mínimos de calentamiento por la noche.

Agosto. Este mes es muy parecido al mes de julio, ya que las temperaturas siguen estando elevadas. Sin embargo es el mes que presenta mayor porcentaje de humedad relativa. La radiación solar se considera media, mientras la insolación es baja. Los vientos dominantes al noroeste tienden a moverse ligeramente al oeste. La precipitación en este mes es alta por debajo del mes anterior.

La principal estrategia que se debe de utilizar es el enfriamiento y la deshumidificación. Esta técnica se puede lograr a través del sombreado (protección solar); Promoviendo la ventilación natural (vientos dominantes) o ventilación inducida; Utilizando materiales aislantes y de alta inercia térmica.

Septiembre. Las condiciones climáticas de este mes son similares al mes anterior, sin embargo la humedad relativa desciende ligeramente. Este es el último mes que presenta alta precipitación llegando a los 221mm.

Debido a las condiciones anteriores, se recomienda utilizar estrategias de enfriamiento y deshumidificación las cuales consisten en: Promover el sombreado (protección solar), utilizar materiales de alta inercia térmica o aislante y generar ventilación cruzada o inducida.

Octubre. En este mes, la temperatura disminuye 1.4° C en comparación con el mes anterior, mostrando también reducción en la humedad. El valor de la insolación incrementó

notoriamente en relación a septiembre, sin embargo la radiación solar permanece similar. Según el índice ombrotérmico, este mes indica el fin de la temporada lluviosa. Por último, los vientos bajan su frecuencia y velocidad. Las estrategias requeridas para este mes según el análisis bioclimático, son:

Para promover calentamiento, se requiere promover parcialmente las ganancias internas durante la noche. El enfriamiento, es otra estrategia que se necesita parcialmente durante el día para minimizar la ganancia solar; promover la ventilación cruzada durante el día, minimizar el flujo conductivo de calor por aislamiento, amortiguamiento a través de inercia térmica y en casos extremos la ventilación forzada.

Noviembre. La temperatura y la humedad descienden a comparación con el mes anterior. De acuerdo a la insolación, noviembre aumentó 7 horas, al mismo tiempo que la radiación total. La precipitación disminuye considerablemente y los vientos que provienen generalmente del noroeste incrementan su frecuencia y velocidad a diferencia de octubre. Las estrategias bioclimáticas requeridas para este mes, son las siguientes:

En noviembre se requiere promover el calentamiento a través de ganancias internas durante la noche, así como el enfriamiento a través de la ventilación natural o cruzada, así como deshumidificar parcialmente a través de la ventilación natural o inducida.

Diciembre. Las temperaturas de este mes descienden casi 2°C a comparación de noviembre, donde también presenta una disminución de humedad. De acuerdo a la insolación, se presenta una disminución en comparación con el mes anterior, presentando el mismo caso para la radiación total. La precipitación es más elevada que en noviembre y se mantiene parecida hasta enero. Los vientos disminuyen su frecuencia y su velocidad, presentando el viento dominante por el noroeste. Las estrategias de diseño de este mes son:

Se necesita promover el calentamiento a través de la ganancia solar directa durante el día, al mismo tiempo por ganancias internas por la noche y ganancia solar indirecta a través de inercia térmica durante todo el día.

- **CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA ANUAL**

La ciudad de Tepic, Nayarit, presenta un clima semicálido subhúmedo del grupo C. El verano es cálido con régimen de lluvia, mientras en invierno las lluvias son escasas.

El período más cálido del año es de mayo a septiembre, alcanzando temperaturas promedio máximas hasta 30°C. Debido a esto, se identifica una zona de discomfort de las 13:00hrs y las 18:00hrs. Sin embargo, se pueden alcanzar los niveles de confort a través de estrategias bioclimáticas de enfriamiento como: sombreado, ventilación (cruzada o inducida) y amortiguamiento térmico.

Para optimizar la estrategia de ventilación, es preciso considerar que los vientos dominantes en la ciudad de Tepic provienen del Noroeste, con variación al Noroeste-Sur.

En torno a la estrategia de sombreado (protección solar), es importante considerar los meses con mayor radiación solar, siendo abril y mayo el período con índices más altos. Teniendo en cuenta que la inclinación del Sol se acerca más al Norte.

Mientras que durante los meses más fríos (diciembre, enero y febrero) el Sol está inclinado hacia el Sur. En esta época las temperaturas ya han descendido hasta 8°C como promedio mínima durante la noche, y durante el día oscilan entre los 10°C y 24°C. Por ello, es conveniente la combinación de inercia térmica de los materiales y la ganancia solar directa e indirecta durante el día, como estrategias de climatización.

El período de precipitación alta inicia en el mes de junio y finaliza en los primeros días de octubre. Reconociendo este ciclo como el más húmedo, debido a las lluvias y por consiguiente la evaporación. Las estrategias que se necesitan implementar en esta época son: deshumidificación y protección contra la lluvia.

4.1.3.3 DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS BÁSICAS DE DISEÑO

La matriz de clima es presentada como un diagrama de resumen donde se definen estrategias y elementos de regulación, en función del análisis climático y de los mecanismos de transferencia de calor. El llenado es adecuado a las características del proyecto y del análisis climático

La ciudad de Tepic Nayarit, presenta en gran parte requerimientos bioclimáticos de enfriamiento directa e indirectamente, seguido de deshumidificación indirecta y de calentamiento directo e indirecto. Para lograr el enfriamiento directo, se requiere Minimizar la ganancia solar, la ventilación natural y en poca medida el enfriamiento evaporativo; para ello se proponen dispositivos de control solar volados, aleros, partesoles, pérgolas, celosías, lonas, vegetación, etc. También Ventilación cruzada, fuentes y estanques. Estas

estrategias no deberán ser empleadas durante la temporada de invierno, acentuarlas más en los meses de radiación solar alta (marzo y abril) así como los meses de verano.

Para lograr el enfriamiento indirecto, se requiere minimizar el flujo conductivo de calor, amortiguamiento térmico y promover la ventilación forzada o pre-tratada. Para el primero, será muy necesario el uso de materiales aislantes, para el segundo utilizar la inercia térmica de los materiales, (de preferencia para todo el año) y para el tercero implementar turbina o extractores de aire, torres eólicas, muro trombe, colectores de aires, etc. (solo para julio, agosto, septiembre y octubre).

La deshumidificación indirecta para la ciudad de Tepic, se puede lograr promoviendo la ventilación natural o inducida, a través de ventilación natural, captadores eólicos, colectores de aire, muro trombe, invernaderos secos, etc. Será parcialmente necesario para los meses de marzo, abril, octubre y noviembre, y muy necesario para los meses de mayo hasta septiembre.

La estrategia para promover el calentamiento directo del edificio, es promover la ganancia solar directa a través de elementos acristalados, ventanas, tragaluces, lucernarios, etc., iniciando desde el mes de diciembre hasta abril durante el día. Para promover el calentamiento directo se quiere promover la ganancia solar indirecta, tanto en el día como en la noche los meses ya mencionados, por lo que será necesario implementar Inercia térmica, radiación reflejada, muro trombe, invernaderos, sistemas aislados, etc.

A continuación se muestra en resumen la matriz de climatización con todas las estrategias de diseño que se requieren para la ciudad de Tepic Nayarit. (Véase *tabla 17*).

MATRÍZ DE CLIMATIZACIÓN																											Simbología		
CONDICIONANTE CLIMÁTICA									SISTEMAS PASIVOS					OPCIONES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO												CIUDAD: TEPIC, NAYARIT.		OBSERVACIONES	
																										LATITUD: 21°30'00" N			
														LONGITUD: -104°52'58" W															
														ALTITUD: 935 msnm															
CÁLIDO SECO	CÁLIDO	CÁLIDO HÚMEDO	TEMPLADO SECO	TEMPLADO	TEMPLADO HÚMEDO	SEMI-FRÍO SECO	SEMI-FRÍO	SEMI-FRÍO HÚMEDO	ESTRATEGIAS	SISTEMA	MECANISMOS	TANTAS	ESTRATEGIA		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ELEMENTOS REGULADORES	OBSERVACIONES	
					●				CALENTAMIENTO	Directa	R		Promover la ganancia solar directa	Día Noche	■	■	■	■									■	Elementos acristalados, ventanas, tragaluces, lucernarios, etc.	Con base en los meses frios del año, comparados con el calentamiento que requiere la carta bioclimática y triángulo de Evans.
													Promover las ganancias internas	Día Noche	△	△	△	△	△	△	△	■	■	■	■	△	△	Personas, lámparas, equipos, chimeneas, etc.	Con base en los requerimientos de la carta psicométrica.
					●					Indirecta	Cd		Promover la ganancia solar indirecta	Día Noche	■ ■	■ ■	■ ■	■									■ ■	Inercia térmica, radiación reflejada, muro trombe, invernaderos, sistemas aislados, etc.	Con base en los meses frios del año, comparados con el calentamiento que requiere la carta bioclimática y triángulo de Evans.
													Minimizar el flujo conductivo de calor	Día Noche														Materiales aislantes, contraventanas, etc.	
											Cv		Minimizar el flujo de aire externo	Día Noche														Protección contra el viento (barreras vegetales o arquitectónicas), esclusas o hermeticidad.	
													Minimizar la infiltración	Día Noche															Esclusas térmicas, hermeticidad.
					●					ENFRIAMIENTO	Directo	R		Minimizar la ganancia solar	Día Noche			△	△	■	■	■	■	■	■			Dispositivos de control solar volados, aleros, partesoles, pérgolas, celosías, lonas, vegetación, etc.	Con base en meses de radiación solar y temperatura más elevada, así con los requerimientos de la carta bioclimática, carta psicométrica y tablas de Mahoney.
					●								Cv	Promover la ventilación natural	Día Noche	✕ ✕	✕ ✕	■	■	■ ■	△ △	△ △	△ △	△ △	■	■	✕ ✕	Ventilación cruzada	Con base en los meses de radiación solar más elevada, así también con los requerimientos de la carta bioclimática, psicométrica y tablas de Mahoney
					●				E				Promover el enfriamiento evapotativo	Día Noche			■	■										Vegetación, fuentes, estanques, etc.	Con base en los datos de radiación solar más elevada, durante el día. Carta psicompetrica dice que no se requiere.

Simbología	
●	Estrategia básica
△	Necesario
■	Parcialmente necesario
✕	Evitar

CONDICIONANTE CLIMÁTICA									SISTEMAS PASIVOS					OPCIONES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO												CIUDAD: TEPIC, NAYARIT.		Simbología	
														INVIERNOPRIMAVERAVERANOOTOÑO												LATITUD: 21°30'00" N		Estrategia básica	
																										LONGITUD: -104°52'58" W		Necesario	
																												ALTITUD: 935 msnm	
CÁLIDO SECO	CÁLIDO	CÁLIDO HÚMEDO	TEMPLADO SECO	TEMPLADO	TEMPLADO HÚMEDO	SEMI-FRÍO SECO	SEMI-FRÍO	SEMI-FRÍO HÚMEDO	ESTRATEGIAS	SISTEMA	MECANISMO TANS	ESTRATEGIA		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ELEMENTOS REGULADORES	OBSERVACIONES		
									ENFRIAMIENTO	Indirecto	R	Promover el enfriamiento radiante	Día Noche														Uso de materiales radiantes, "cubierta estanque", etc.		
					●						Cd	Minimizar el flujo conductivo de calor	Día Noche			▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	■			Materiales aislantes, contraventanas, etc.	Con base en los datos de radiación solar, temperaturas horarias, carta bioclimática y tablas de Mahoney.
					●							Amortiguamiento	Día Noche			▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	■			Inercia térmica de los materiales	Con base en los datos de radiación solar, temperaturas horarias, carta bioclimática, tablas de Mahoney y triángulo de Evans.
												Promover enfriamiento terrestre	Día Noche															Sumideros de calor casa enterrada o con taludes	
					●						Cv	Promover la ventilación forzada o pre-tratada	Día Noche									▲	▲	▲	▲			Turbina o extractores de aire, torres eólicas, muro trombe, colectores de aires, etc.	Con base en los meses más calurosos del año, con los requerimientos de mayor ventilación por la carta bioclimática, psicométrica y tablas de Mahoney.
					●						E	Promover el enfriamiento evapotativo indirecto	Día Noche					■	■									Losa húmeda, muros húmedos, riego por aspersión, etc.	Con base solamente en la carta bioclimática lo aprueba, así como los meses de radiación solar anual más elevada.
									DESHUMIDIFICACIÓN	Dir.	R	Promover el calentamiento directo	Día Noche														Ganancia solar directa por acristalamiento		
											Cd	Promover el calentamiento indirecto	Día Noche															Inercia térmica de los materiales, muro trombe, invernaderos adosado o seco, chimeneas o radiadores de alta eficiencia, etc.	
					●						Cv	Promover la ventilación natural o inducida	Día Noche	✕	✕	■		■	■	▲	▲	▲	▲	▲	■	■	✕	Ventilación natural, captadores eólicos, colectores de aire, muro trombe, invernaderos secos, etc.	Con base en los requerimientos de las tablas de Mahoney, por los requerimientos de ventilación y deshumidificación de la carta bioclimática y psicométrica.
					●				HUMIDIFICA-CIÓN	Dir.	E	Promover sistemas evaporativos	Día Noche			■	■										Espejos de agua, fuentes, cortinas de agua, albercas, lagos, ríos, mar, etc.	Con base en la carta bioclimática y a los meses de radiación más elevada, sin embargo el diagrama psicométrico dice que no se requiere.	
					●						Indir.	Cv	Promover la ventilación inducida	Día Noche			■	■										Captadores eólicos o colectores de aire con estanques o fuentes, invernaderos húmedos, etc.	Con base en la carta bioclimática y a los meses de radiación más elevada, sin embargo el diagrama psicométrico dice que no se requiere.

Tabla 17. Matriz de climatización.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 ANÁLISIS DEL USUARIO

Se aplicaron tres técnicas distintas como herramientas para reconocer las características de los alumnos. Las cuales fueron: observación directa, cuestionario y revisión bibliográfica. Enseguida se presentan los datos obtenidos.

De manera preliminar se revisaron las bases de datos de SEP e INEGI. El sitio web que aportó información relevante para este punto es SNIE (Sistema Nacional de Información Estadística Nacional), el cual se desprende de la Secretaría de Educación Pública. Arrojó los siguientes datos, en relación con los usuarios del plantel en cuestión y las 10 escuelas más cercanas.

Turno matutino

¿Quiénes forman parte de mi escuela? ¹		
	En mi escuela	¿Cómo está mi escuela en promedio, respecto a las 10 más cercanas
Alumnos por grupo	32	25
Total de profesores	8	12
Frente a grupo	7	10
De educación física	1	2
De educación artística		
De actividades tecnológicas		1
De idiomas		1
Otro personal de apoyo	3	3
Estadística Básica ¹		
Grados	Grupos	Alumnos
1°	1	34
2°	1	34
3°	1	34
4°	2	56
5°	1	30
6°	1	31
Total	7	219

Turno vespertino

¿Quiénes forman parte de mi escuela? ¹		
	En mi escuela	¿Cómo está mi escuela en promedio, respecto a las 10 más cercanas
Alumnos por grupo	26	26
Total de profesores	9	12
Frente a grupo	7	10
De educación física	2	2
De educación artística		
De actividades tecnológicas		1
De idiomas		1
Otro personal de apoyo	2	3
Estadística Básica ¹		
Grados	Grupos	Alumnos
1°	2	31
2°	1	30
3°	1	32
4°	1	25
5°	1	30
6°	1	33
Total	7	181

Tabla 18. ¿Quiénes forman parte de mi escuela?

Fuente. SNIE. 2013-214.

4.1.4.1 CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO

Los alumnos se encuentran en el rango de 6 a 12 años de edad. Los niños visten pantalón azul marino y playera blanca. Las niñas usan falda azul marino sobre la rodilla y playera blanca. El suéter que algunos portan no está definido por la institución. El cabello de los estudiantes es corto y el de las estudiantes generalmente es largo y lo llevan recogido.

Durante la aplicación de encuestas a los estudiantes, realizada al inicio de cada turno; donde se pudo interactuar con los niños se percibieron a los grupos del turno vespertino un poco más inquietos que los del matutino.

4.1.4.2 HORARIOS Y USO DEL ESPACIO

Como se ha venido mencionando a lo largo de la investigación, el plantel cuenta con dos turnos: matutino (8:00hrs-12:30hrs) y vespertino (13:00hrs-17:30hrs). Se identificaron tres momentos en cada jornada escolar:

1. **Inicio de clases.** Se considera el lapso en el que los niños llegan a la escuela e inician clases, hasta antes de salir al descanso. 8:00am-11:00am.
2. **Recreo.** Los estudiantes salen del aula durante 30 minutos, de 11:00 a 11:30am. Los espacios que utilizan son los patios, la cancha de usos múltiples y jardineras que alojan distintos árboles.
3. **Después de recreo.** Al regresar del descanso, resta una hora para terminar la jornada y los estudiantes retoman sus clases en el aula.

En el lapso que se encuentran en el aula, generalmente están sentados a excepción de alguna actividad de interacción entre los alumnos. En contraste, cuando salen a recreo que los niños generalmente realizan una actividad que mantiene su cuerpo en movimiento.

4.1.4.3 PERCEPCIÓN TÉRMICA DEL USUARIO

La técnica de cuestionario, se consideró la más adecuada para recoger la opinión de los usuarios, en cuanto al ambiente térmico que perciben en los salones de clases. Se distinguen dos guiones distintos, el primero para alumnos y el segundo para docentes. Enseguida se presentan los resultados de la aplicación de cada uno de ellos:

a) Encuesta de percepción térmica: Alumnos

Fueron aplicadas a alumnos de 4°, 5° y 6° del turno matutino y vespertino, por tanto, se presentarán resultados por turno respectivamente. Se acumularon en total 164 encuestas. Se presentan enseguida los resultados obtenidos de cada jornada escolar (mañana y tarde).

TURNO MATUTINO

GRADO:	4°, 5° y 6°	GRUPO:	A	TURNO:	MATUTINO				
Niños:	43	Niñas:	39	Total:	82				
1. Durante el ciclo escolar, ¿en cuál estación del año prefieres para trabajar en tu salón de clases?									
a) Primavera	41	b) Verano	6	c) Otoño	11	d) Invierno	24		
2. En el salón de clases, en Otoño-Invierno sientes:									
a) Mucho Frío	12	b) Poco frío	65	c) Nada de frío	5				
3. En el salón de clases, en Primavera-Verano sientes:									
a) Mucho calor	46	b) Poco calor	34	c) Nada de calor	2				
4. Generalmente al llegar a la escuela, ¿traes puesto un suéter?									
a) Sí	52	b) No	30						
5. ¿A qué hora te lo quitas?									
a) Al llegar a clases	14	b) Antes del recreo	30	c) Después del recreo	18				
6. Durante un día normal, ¿a qué hora disfrutas más trabajar en clase?									
a) Al llegar a clases	29	b) Antes del recreo	28	c) Después del recreo	25				
7. A esta hora sientes:									
a) Frío	16	b) Poco frío	33	c) Ni calor ni frío	19	d) Poco calor	13	e) Mucho calor	1
8. ¿A qué hora NO te sientes cómodo en tu salón de clases?									
a) Al llegar a clases	21	b) Antes del recreo	28	c) Después del recreo	33				
9. A esta hora sientes:									
a) Frío	3	b) Poco frío	14	c) Ni calor ni frío	21	d) Poco calor	30	e) Mucho calor	14
10. Esto provoca que te sientas:									
a) Tranquilo	39	b) Muy Tranquilo	16	c) Inquieto	24	d) Muy Inquieto	1		
11. Cuando te sientes así, ¿cómo crees, que es tu concentración durante clase?									
a) Buena	57	b) Muy Buena	19	c) Mala	10	d) Muy mala			
12. Durante clases, ¿cómo percibes la entrada de aire a tu aula?									
a) Mucho	20	b) Poco	56	c) Nada	6				
13. ¿Crees que existe suficiente espacio alrededor de tu pupitre (silla)?									
a) Muy de acuerdo	22	b) De acuerdo	48	c) En desacuerdo	12	d) Muy en desacuerdo			
14. Describe, ¿cómo sería tu salón de clases ideal?									
a) Más grande	21	b) Más ventiladores	11	c) Más ventanas/más grandes	6	d) No tan caliente ni tan frío	2		
e) Con más aire	14	f) Aire acondicionado	17						

15. En este momento, sientes:									
1)	0	2)	1	3)	10	4)	4	5)	33
6)	10	7)	5	8)	7	9)	4	10)	7
16. En tu escuela, ¿te agrada que haya árboles en el patio?									
a) Si	82	b) No							
17. ¿Por qué?									
a) Dan sombra	27	b) Es naturaleza	5	c) Protegen de la lluvia	2	d) Refrescan la escuela	12	e) Se siente más aire	12
f) Más oxígeno/respirar	10	g) Se ve bonito/le gusta	10	h) Le gusta jugar ahí	12	i) Tranquilidad	2		

Tabla 19. Resumen encuesta a alumnos de 4°, 5° y 6° grado, turno matutino.

Fuente. Elaboración propia.

La *tabla 19*, resume las respuestas dadas por los alumnos del turno matutino. Donde se destaca primavera seguida de invierno como las estaciones favoritas para trabajar en clase. Perciben poco frío en otoño-invierno y en primavera-verano mucho calor con un 56% y poco calor con un 41%. Poco más de la mitad de los alumnos llegan con suéter a la escuela y la mayoría se lo quita antes del recreo. Se clasificó en tres momentos la jornada escolar: al llegar a clases, antes del recreo y después del recreo. La respuesta para la hora que disfrutaban más estar en su salón de clase fue equitativo, con alrededor del 30% para cada momento antes mencionados. No obstante, después del recreo se destacó con un 40% por ser el período menos confortable para ellos, porque sienten un poco de calor. Sin embargo, los estudiantes manifestaron que durante este período se sienten tranquilos y con una buena concentración, se deduce que a través de estas respuestas están tratando de hablar bien de sí mismos. Porque más adelante, donde se presentan los resultados de las encuestas aplicadas a los maestros, estos opinan totalmente diferente a lo respondido por los alumnos en esta última cuestión. En otro tema, los alumnos del turno matutino opinan que la entrada de aire a su aula es poco con un 68%, mientras que un 24% dice que es mucho y solo el 7% opina que no entra aire. Familiarizados con la percepción y confort térmico, los alumnos expresan que su salón ideal sería uno más grande, con más ventiladores o aire acondicionado y prefieren sentir más aire mientras toman clases. La aplicación de la encuesta fue de 8 a 10 de la mañana, durante este tiempo la mayoría manifestó sentir ni calor ni frío (5) en una escala del 1 al 10. Por último, todos asintieron que les agrada la existencia de árboles en el patio, principalmente porque dan sombra, sienten aire fresco y les gusta jugar bajo los árboles.

TURNO VESPERTINO

GRADO:	4°, 5° y 6°	GRUPO:	A	TURNO:	VESPERTINO
Niños:	42	Niñas:	40	Total:	82
1. Durante el ciclo escolar, ¿en cuál estación del año prefieres para trabajar en tu salón de clases?					
a) Primavera	28	b) Verano	11	c) Otoño	21
d) Invierno	22				
2. En el salón de clases, en Otoño-Invierno sientes:					
a) Mucho Frío	14	b) Poco frío	60	c) Nada de frío	8
3. En el salón de clases, en Primavera-Verano sientes:					
a) Mucho calor	57	b) Poco calor	23	c) Nada de calor	2
4. Generalmente al llegar a la escuela, ¿traes puesto un suéter?					
a) Sí	13	b) No	69		
5. ¿A qué hora te lo quitas?					
a) Al llegar a clases	5	b) Antes del recreo	6	c) Después del recreo	2
6. Durante un día normal, ¿a qué hora disfrutas más trabajar en clase?					
a) Al llegar a clases	41	b) Antes del recreo	25	c) Después del recreo	18
7. A esta hora sientes:					
a) Frío	2	b) Poco frío	5	c) Ni calor ni frío	30
d) Poco calor	29	e) Mucho calor	11		
8. ¿A qué hora NO te sientes cómodo en tu salón de clases?					
a) Al llegar a clases	18	b) Antes del recreo	14	c) Después del recreo	50
9. A esta hora sientes:					
a) Frío	1	b) Poco frío	3	c) Ni calor ni frío	24
d) Poco calor	35	e) Mucho calor	19		
10. Esto provoca que te sientas:					
a) Tranquilo	38	b) Muy Tranquilo	20	c) Inquieto	20
d) Muy Inquieto	4				
11. Cuando te sientes así, ¿cómo crees, que es tu concentración durante clase?					
a) Buena	48	b) Muy Buena	17	c) Mala	16
d) Muy mala	1				
12. Durante clases, ¿cómo percibes la entrada de aire a tu aula?					
a) Mucho	21	b) Poco	50	c) Nada	11
13. ¿Crees que existe suficiente espacio alrededor de tu pupitre (silla)?					
a) Muy de acuerdo	20	b) De acuerdo	47	c) En desacuerdo	14
d) Muy en desacuerdo	1				
14. Describe, ¿cómo sería tu salón de clases ideal?					
a) Más grande	21	b) Más ventiladores	14	c) Más ventanas/más grandes	3
d) No tan caliente ni tan frío					
e) Con más aire	11	f) Aire acondicionado	18		

15. En este momento, sientes:									
1)	1	2)		3)	4	4)		5)	26
6)	6	7)	12	8)	7	9)	7	10)	10
16. En tu escuela, ¿te agrada que haya árboles en el patio?									
a) Si	82	b) No							
17. ¿Por qué?									
a) Dan sombra	39	b) Es naturaleza	3	c) Protegen de la lluvia	1	d) Refrescan la escuela	11	e) Se siente más aire	15
f) Más oxígeno/respirar	8	g) Se ve bonito/le gusta	6	h) Le gusta jugar ahí	5	i) Tranquilidad	3		

Tabla 20. Resumen encuesta a alumnos de 4°, 5° y 6° grado, turno matutino.

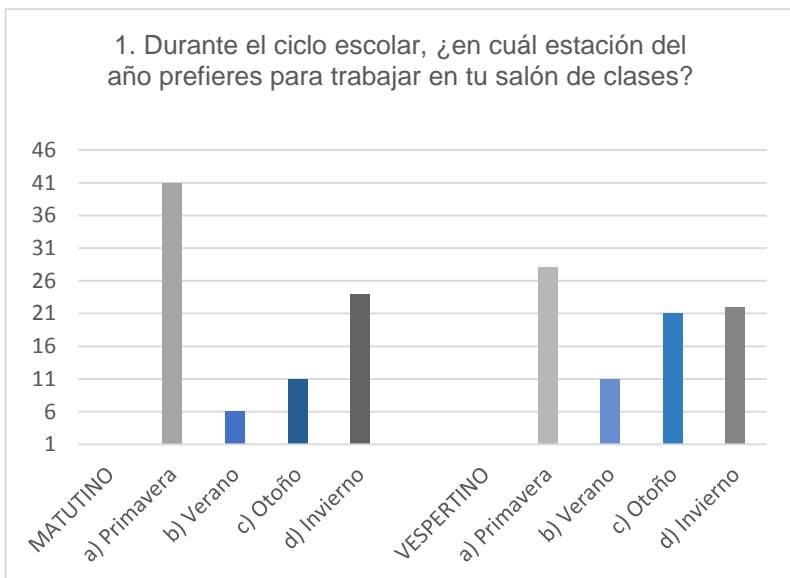
Fuente. Elaboración propia.

Al igual que en el turno matutino, se encuestaron 82 niños de 4° a 6° grado. Arrojando como resultados lo siguiente: estos alumnos prefieren la primavera sobre las otras tres estaciones. Indicaron que durante otoño invierno sienten poco frío y en primavera-verano sienten mucho calor. A diferencia de los alumnos que toman clases por la mañana, los alumnos del turno vespertino llegan sin suéter por los valores de temperatura que se presentan a la 1:00pm, a excepción de 13 alumnos que señalaron que llevan puesto un suéter. Los estudiantes manifestaron que trabajan más cómodos al llegar a clases opuesto al regresar del recreo. Sin embargo, mencionaron que en este último momento se sienten tranquilos y con buena concentración, respuestas semejantes a los alumnos del turno matutino.

El 60% de los alumnos perciben poco aire el que entra al aula, por lo que opinan que las aulas deberían ser más amplias, con aire acondicionado empatado con más ventiladores.

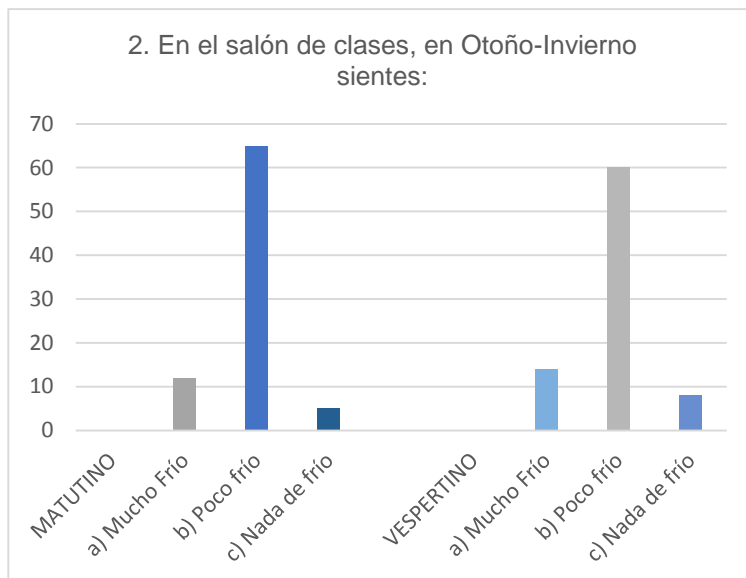
Las encuestas fueron aplicadas entre 1 y 3pm. lapso donde los estudiantes indicaron en una escala del 1 al 10, siendo del 5 en adelante los de mayor puntaje. Considerando el 1 como frío y el 10 como calor. Por último, los 82 alumnos encuestados reflejaron que les agradan los árboles en el patio de su escuela, porque dan sombra, corre aire más fresco, les permite respirar mejor y les provoca tranquilidad cuando se sientan o juegan bajo los árboles.

Después de analizar los datos arrojados por los cuestionarios aplicados, se hace una comparación de respuestas dadas en cada turno, a través de las siguientes gráficas.



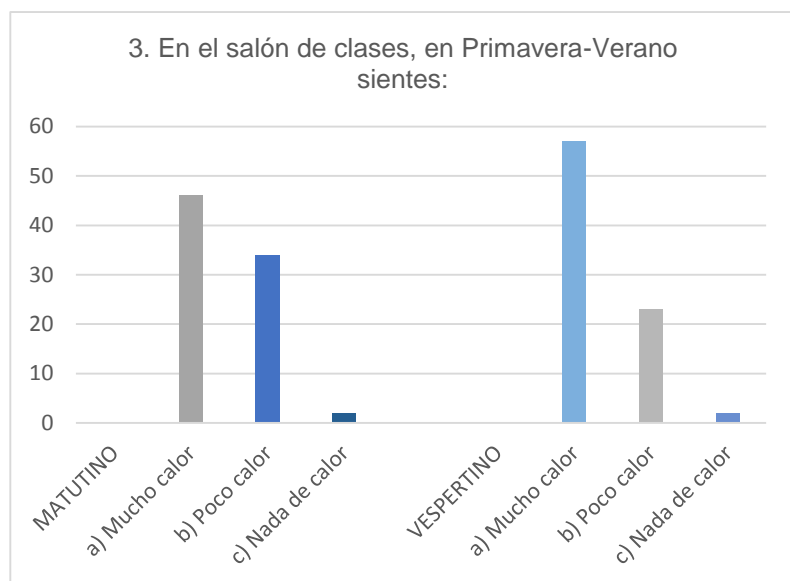
Gráfica 18. Cuestionario, pregunta 1.

Fuente. Elaboración propia.



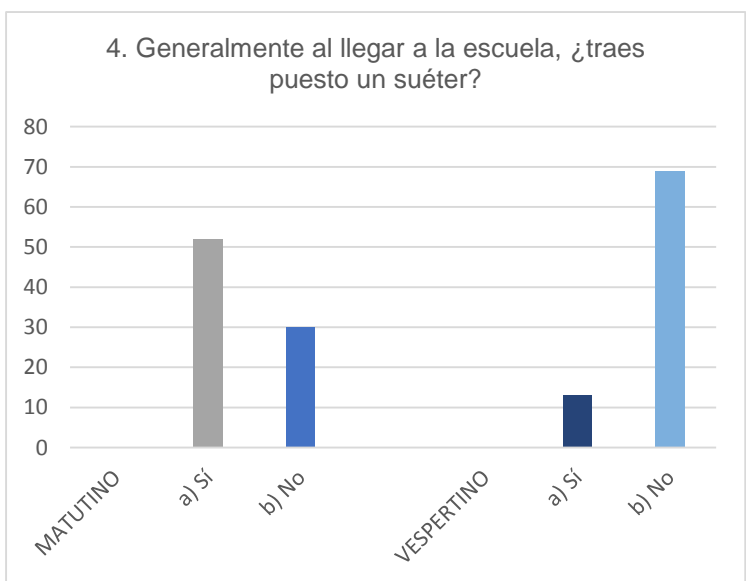
Gráfica 19. Cuestionario, pregunta 2.

Fuente. Elaboración propia.



Gráfica 20. Cuestionario, pregunta 3.

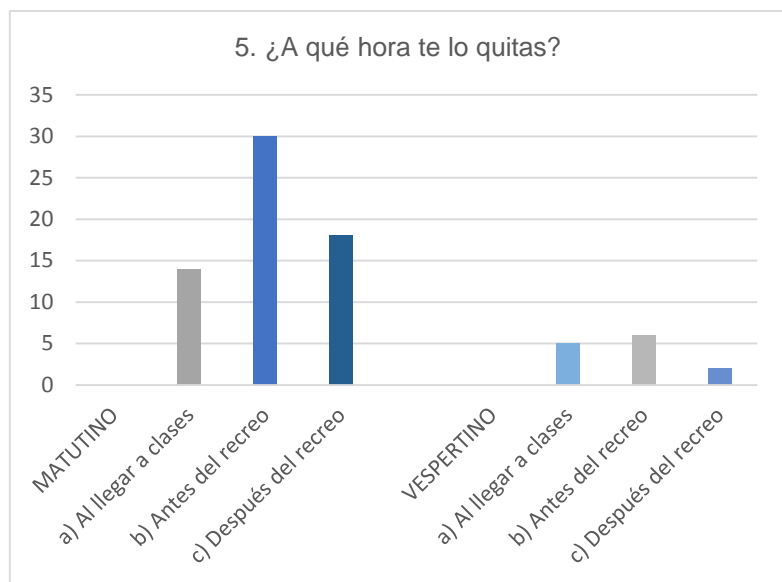
Fuente. Elaboración propia.



Gráfica 21. Cuestionario, pregunta 4.

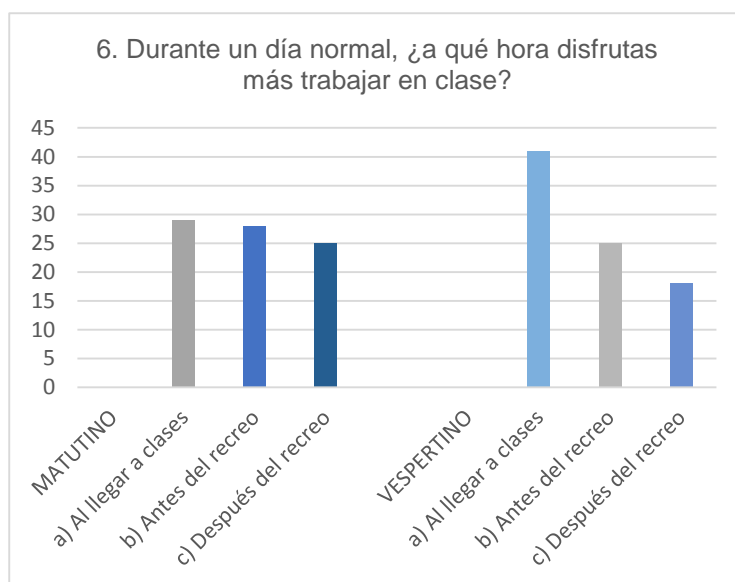
Fuente. Elaboración propia.

En este primer grupo de preguntas y sus respectivas respuestas, se concluye que los estudiantes de primaria que reciben clases por la tarde, perciben un ambiente más cálido en sus aulas, lo cual resulta lógico por las condiciones higrotérmicas que se presentan en su horario escolar.



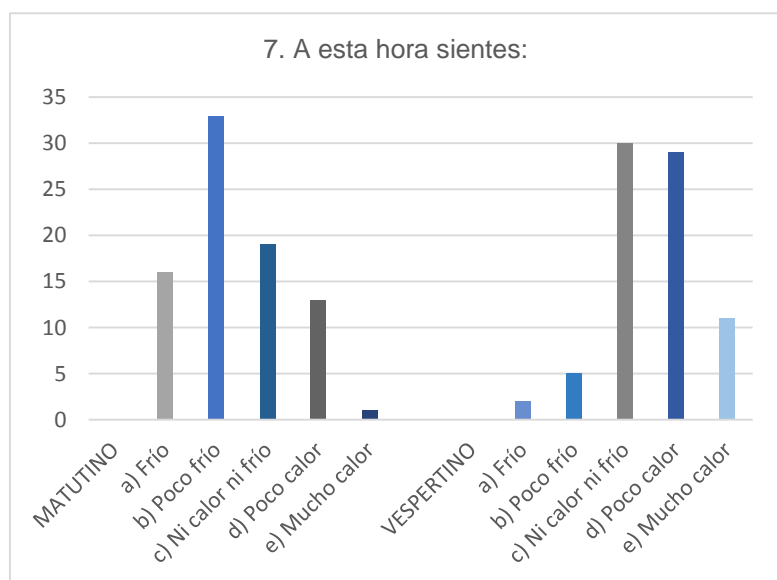
Gráfica 22. Cuestionario, pregunta 5.

Fuente: Elaboración propia.



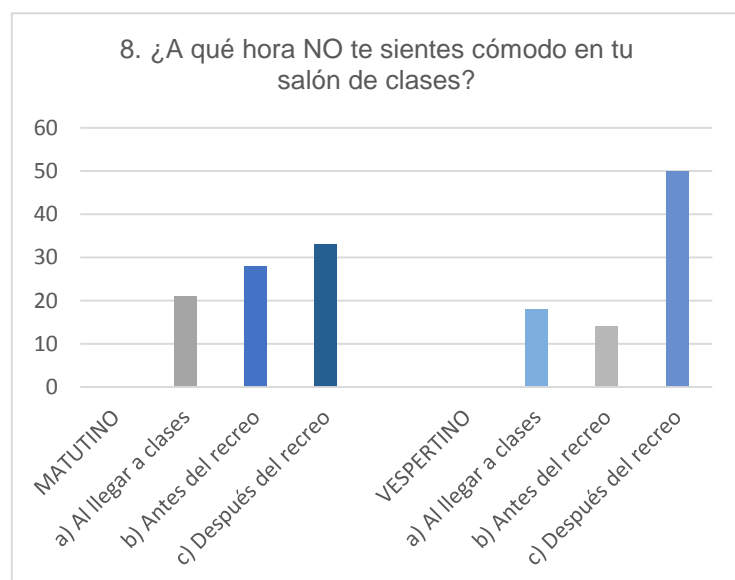
Gráfica 23. Cuestionario, pregunta 6.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 24. Cuestionario, pregunta 7.

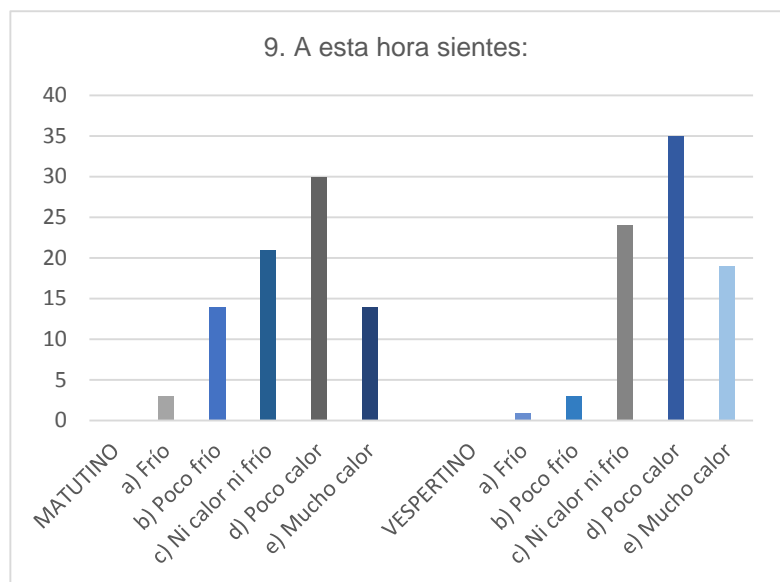
Fuente: Elaboración propia.



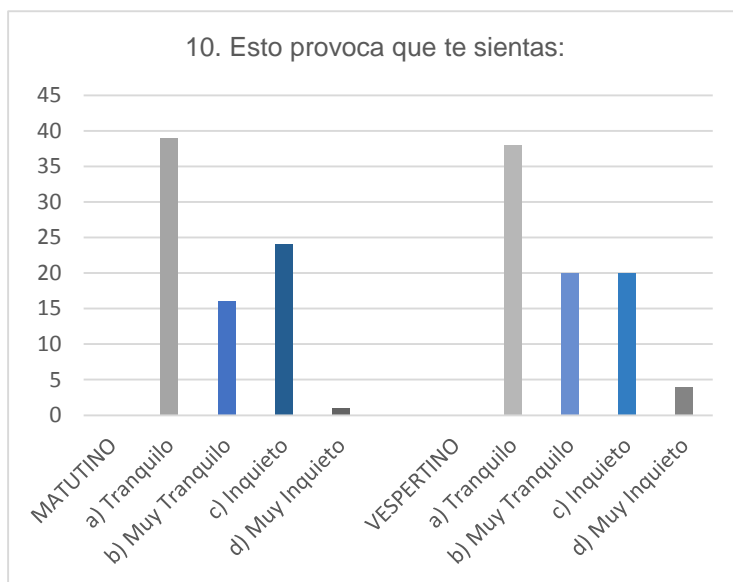
Gráfica 25. Cuestionario, pregunta 8.

Fuente: Elaboración propia.

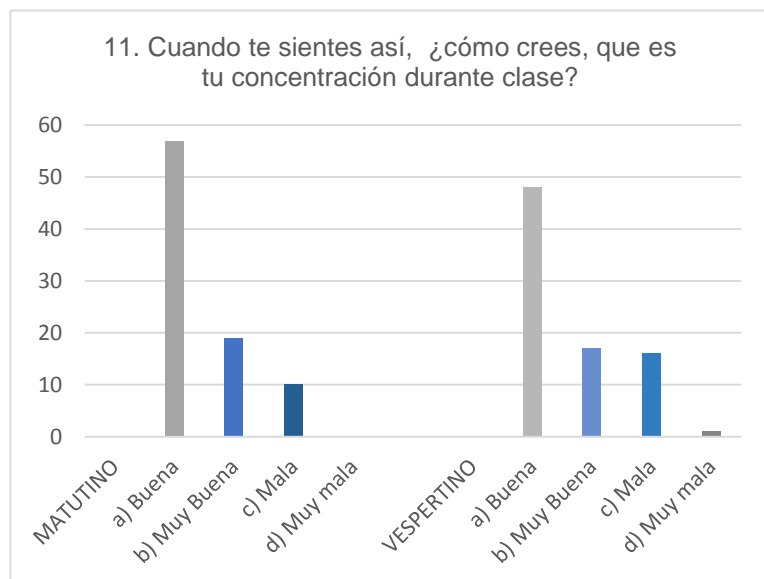
En esta sección, distinguimos que los alumnos disfrutan trabajar en su aula al llegar a clases, pues se encuentran en una zona de confort (ni calor ni frío), destacando mayor puntaje en el turno vespertino. Mientras que, después del descanso no se sienten muy cómodos, teniendo en cuenta que ya tuvieron actividad física y el ambiente es más cálido.



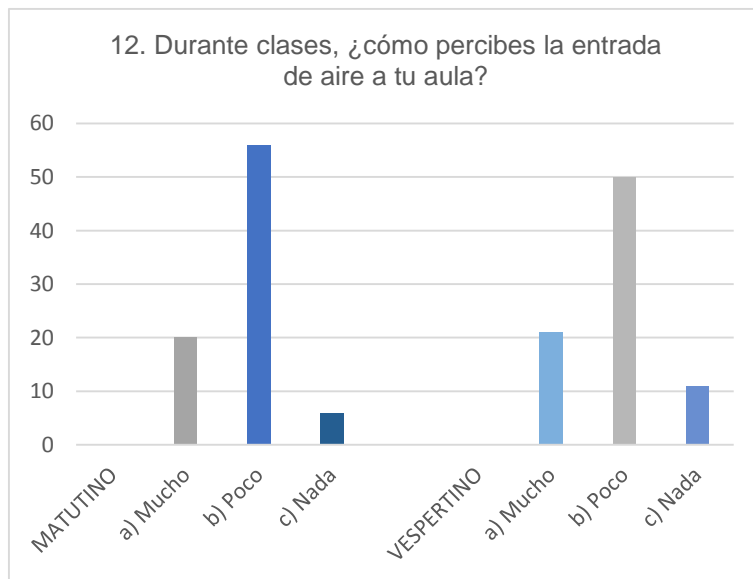
Gráfica 26. Cuestionario, pregunta 9.
Fuente. Elaboración propia.



Gráfica 27. Cuestionario, pregunta 10.
Fuente. Elaboración propia.

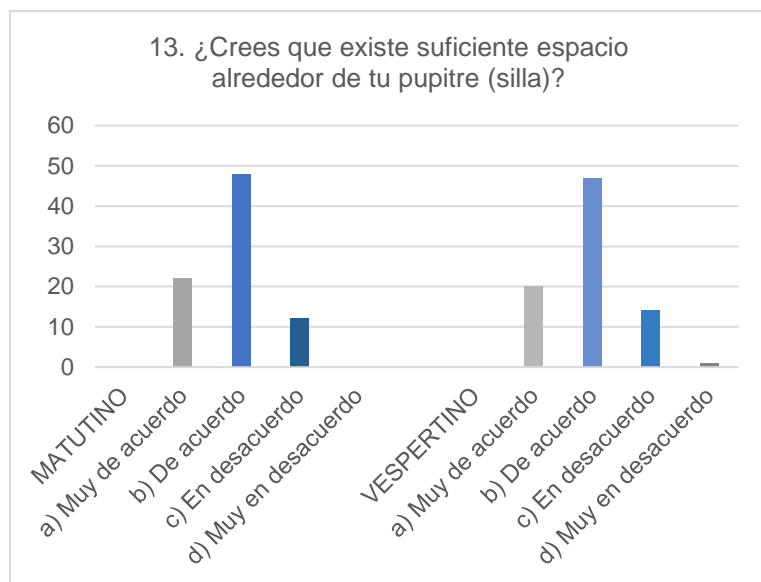


Gráfica 28. Cuestionario, pregunta 11.
Fuente. Elaboración propia.



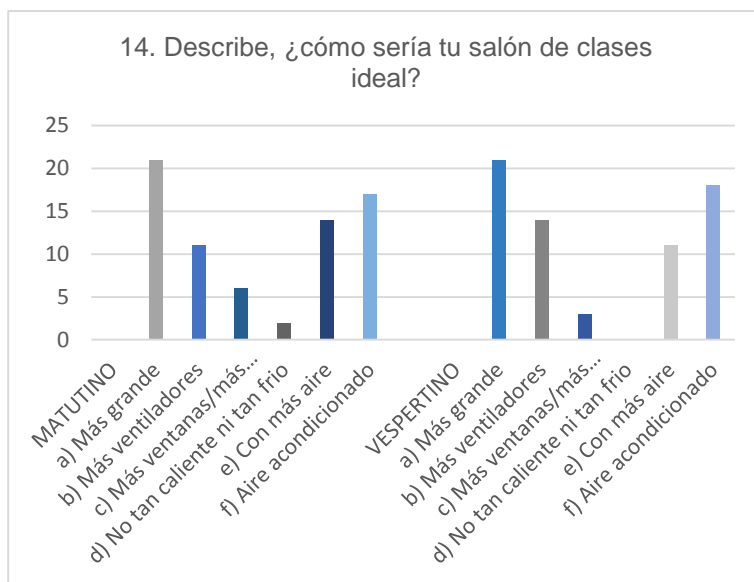
Gráfica 29. Cuestionario, pregunta 12.
Fuente. Elaboración propia.

Estas cuestiones, se refieren a las sensaciones de confort térmico y lo que esto provoca en los estudiantes. Respondiendo en ambos turnos que cuando no se sentían cómodos percibían de poco a mucho calor. Coinciden además, que la entrada de aire en sus aulas es poco.



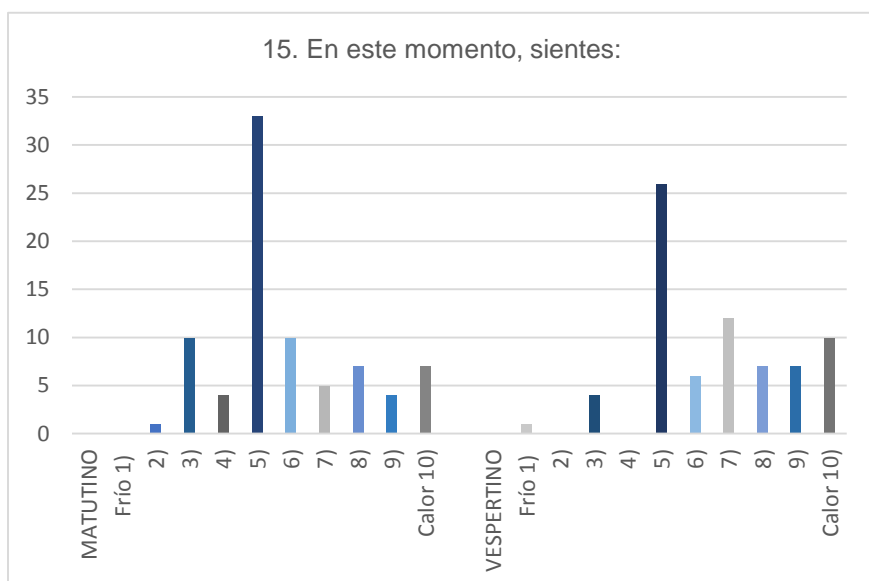
Gráfica 30. Cuestionario, pregunta 13.

Fuente. Elaboración propia.



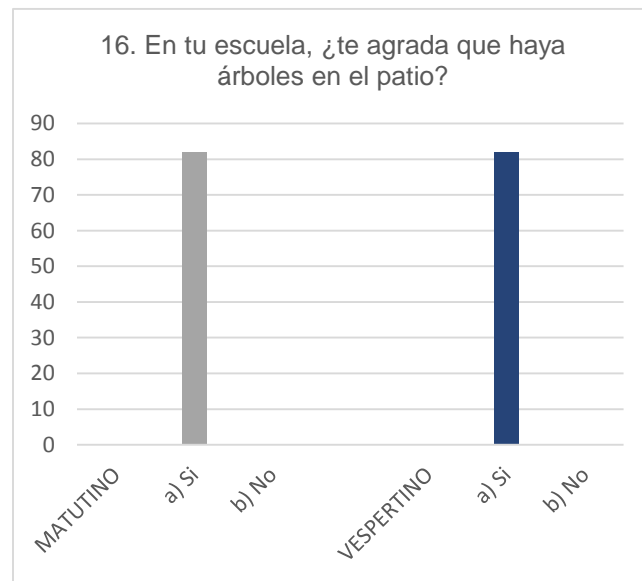
Gráfica 31. Cuestionario, pregunta 14.

Fuente. Elaboración propia.



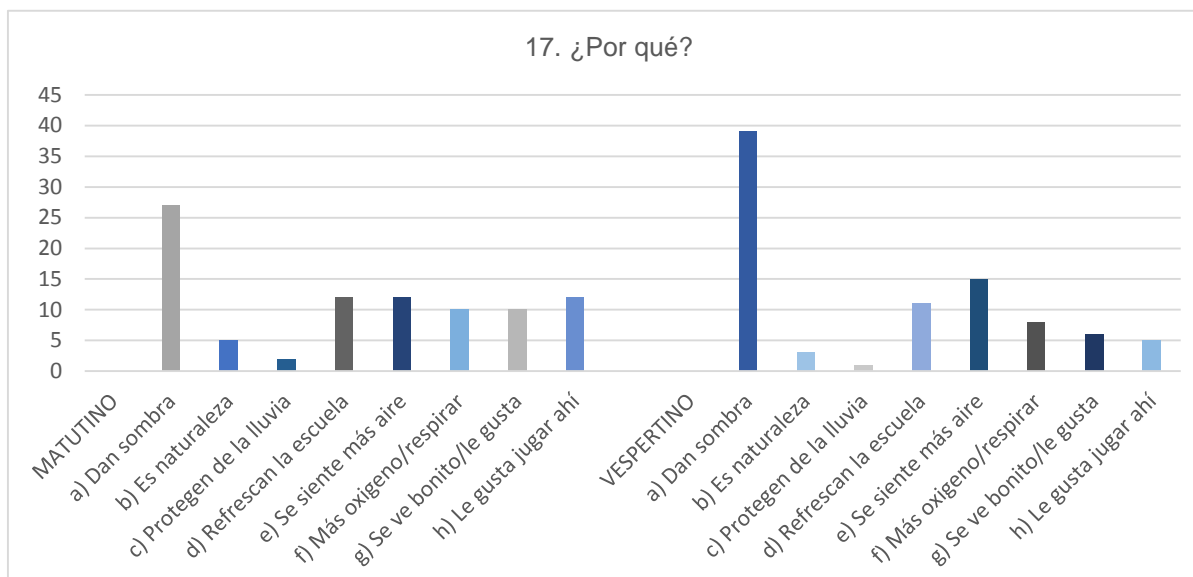
Gráfica 32. Cuestionario, pregunta 15.

Fuente. Elaboración propia.



Gráfica 33. Cuestionario, pregunta 16.

Fuente. Elaboración propia.



Gráfica 34. Cuestionario, pregunta 17.

Fuente. Elaboración propia.

Esta última sección comparativa, podemos concluir que los alumnos desearían espacios más amplios o en su defecto con un mejor ambiente térmico. En relación a este aspecto, todos los estudiantes encuestados coinciden en que es agradable para ellos su estancia bajo los árboles que hay en el plantel, pues comentan que les ofrecen sombra, oxígeno, bonita vista a su escuela y aparte la refrescan. Por tanto, cuando un individuo percibe comodidad en un espacio su punto de vista hacia éste, es positivo; estas condiciones les permite realizar sus actividades plenamente sin alguna insatisfacción térmica.

a) Encuesta de percepción térmica: Profesores

Enseguida se presentan las percepciones de los profesores en relación al confort térmico en las aulas. Destacando que tres de los diez profesores encuestados imparten clases en ambos turno en el mismo plantel.

La primera pregunta se refiere a la estación del año que prefieren los docentes para impartir clases, se obtuvo como respuesta dominante el invierno. Los maestros argumentan su respuesta con lo siguiente: porque es el mejor clima con las mejores condiciones, siendo este más fresco y confortable para trabajar en el aula; mencionan que los alumnos se quejan menos y trabajan mejor. Todos coinciden que en primavera-verano hace mucho calor.

Durante la jornada de escolar, la hora que más disfrutaban para impartir clase es al llegar, cuando los alumnos tienen más disposición de aprender y el clima es más agradable, por tanto los alumnos están más tranquilos y con buena concentración. Se concluye que, la hora menos agradable para dar clase es al regresar del recreo (4:00pm y 11:30am), porque los niños desvían su atención, regresan cansados, muy inquietos, y el aula se siente sofocante por el calor.

Desde la perspectiva de los profesores, la entrada de aire al salón de clases es baja y creen que es insuficiente. Aun cuando se cuenta con dos o tres ventiladores en las aulas.

Todos los profesores encuestados indicaron que han impartido clases en otro plantel y siete de ellos mencionaron que de igual manera se presentaban situaciones de incomodidad por altas temperaturas. Ellos creen que las aulas requieren modificaciones que permitan mejorar las condiciones de confort térmico, como cambiar ventanas, instalar aire acondicionado o mejorar la ventilación.

Al final, expusieron comentarios personales acerca del tema en cuestión, se destacan las siguientes:

“La reforma educativa debería llevar a la par la preparación profesional de los maestros y la remodelación de aulas con equipamientos necesarios si de verdad se quieren ver resultados en la educación ya que en la actualidad las escuelas están en pésimas condiciones”.

“Una educación de calidad necesita de un profesor preparado y unas instalaciones buenas, sin embargo, la infraestructura educativa en México es deficiente”.

“Creo que el diseño de las aulas no fue el adecuado, pero la solución siento que no es los ventiladores o aire acondicionado o habrá que buscar la forma de no gastar energía eléctrica, y si aprovechar la energía calorífica”.

ENCUESTA A PROFESORES				TURNO:		MATUTINO/VEPERTINO								
Total:		10												
1. Durante el ciclo, ¿en cuál estación del año prefiere impartir clases en el aula?														
a) Primavera		1	b) Verano			c) Otoño		1	d) Invierno		7	e) Todos		1
2. ¿Por qué?														
a) El mejor clima		2	b) No hace tanto calor/más fresco		1	c) Condicioness climáticas		1	d) Los alumnos se quejan		2	e) Es cómodo		1

						menos y trabajan mejor		trabajar en el aula											
3. En el salón de clases, en invierno se siente:																			
a) Mucho Frío	1	b) Poco frío	9	c) Nada de frío															
4. En el salón de clases, en primavera-verano se siente:																			
a) Mucho Calor	10	b) Poco calor		c) Nada de calor															
5. En primavera-verano en un día normal, ¿a qué hora disfruta MÁS impartir clases?																			
a) Al llegar a clases	8	b) Antes del recreo	1	c) Después del recreo	1	d) Otro													
6. ¿Por qué?																			
a) Alumnos con disposición de aprender	8	b) Más fresco/más agradable el clima	4																
7. En el momento que indicó, ¿cómo percibe a los alumnos?																			
a) Tranquilos	8	b) Muy Tranquilos		c) Inquietos	1	d) Muy Inquietos	1												
8. Cuando esto sucede, ¿cómo cree que es la concentración de los alumnos durante clase?																			
a) Buena	7	b) Muy Buena	2	c) Mala	1	d) Muy mala													
9. En primavera-verano en un día normal, ¿a qué hora disfruta MENOS impartir clases?																			
a) Al llegar a clases	1	b) Antes del recreo		c) Después del recreo	9	d) Otro													
10. ¿Por qué?																			
a) Desvían la atención/se distraen	4	b) Se siente calor/sofocante	4	c) Regresan cansados	4														
11. En el momento que indicó, ¿cómo percibe a los alumnos?																			
a) Tranquilos		b) Muy Tranquilos	1	c) Inquietos	3	d) Muy Inquietos	6												
12. Cuando esto sucede, ¿cómo cree que es la concentración de los alumnos durante clase?																			
a) Buena		b) Muy Buena		c) Mala	7	d) Muy mala	3												
13. En este momento, siente:																			
1)		2)		3)		4)		5)		6)	1	7)	2	8)	3	9)	1	10)	3
14. Durante clases, ¿cómo percibe la entrada de aire a su aula?																			
a) Mucho		b) Poco	9	c) Nada	1														
15. ¿Cree que es suficiente?																			
a) Si		b) No	10																
16. ¿El aula cuenta con ventilador?																			
a) Si ¿cuántos? 2 y 3	10	b) No																	
17. Si la respuesta fue si, ¿son suficientes?																			
a) Si	1	b) No	9																
18. ¿Funcionan correctamente?																			
a) Si	4	b) No	6																
19. ¿Ha impartido clases en otro plantel de educación primaria en Tepic?																			
a) Si	10	b) No																	
20. ¿Se presentaban situaciones de incomodidad por altas temperaturas?																			

a) Si	7	b) No	3	
21. Desde su percepción, ¿Piensa que altas temperaturas en el aula afecta en el desempeño de los estudiantes? ¿Por qué?				
a) Si	10	b) Opiniones	El calor los inquieta Baja concentración y rendimiento Incomodidad	
22. ¿Piensa que las aulas requieren modificaciones, que permitan mejorar las condiciones de confort en relación con la temperatura?				
a) Si	10	b) Opiniones	Cambiar ventanas Aire acondicionado Ventilación	
23. Comentario personal acerca del tema.				
"La reforma educativa debería llevar a la par la preparación profesional de los maestros y la remodelación de aulas con equipamientos necesarios si de verdad se quieren ver resultados en la educación ya que en la actualidad las escuelas están en pésimas condiciones".				
"Una educación de calidad necesita de un profesor preparado y unas instalaciones buenas, sin embargo, la infraestructura educativa en México es deficiente".				
"Considero que necesitamos aulas más amplias, mejor ventiladas o que cuenten con aire acondicionado ya que hay ventiladores pero son muy ruidosos".				
"Es importante realizar modificaciones en la infraestructura en relación a la temperatura".				
"Que todas las aulas requieren de aire acondicionado (frío)".				
"Creo que el diseño de las aulas no fue el adecuado, pero la solución siento que no es los ventiladores o aire acondicionado o habrá que buscar la forma de no gastar energía eléctrica, y si aprovechar la energía calorífica".				
Tabla 21. Encuesta a profesores de ambos turnos.				Fuente. Elaboración propia.

4.1.5 ANÁLISIS DEL EDIFICIO

4.1.5.1 CONFIGURACIÓN DEL CONJUNTO

A través de la observación directa como técnica de investigación, fue posible reconocer la realidad de estudio. En esta actividad, se abordaron los siguientes puntos con el fin de caracterizar a la escuela primaria Domingo Becerra Rubio:

a) Definición del plantel. Se refiere al funcionamiento de la escuela primaria.

Turno matutino. Está compuesto por siete grupos, dos de primer grado y uno de cada grado consecuente (2°, 3°, 4°, 5° y 6°). El inicio de clases es a las 8:00 am., y finaliza a las 12:30pm. Tienen un lapso de 30 minutos de descanso de 11:00 a 11:30 horas. Cada grupo cuenta con un maestro titular que está a cargo de toda la jornada. Sin embargo, existen cinco profesores complementarios que imparten: educación física, inglés, computación, educación artística y educación especial, respectivamente.

El día de la visita, se presentó una actividad extraescolar para los alumnos de 1°, 2° y 3°. Fue una obra de teatro con títeres que abordó el tema: “No confiar en extraños”, impartido por una dependencia de gobierno del estado. Ésta fue presentada a las 10:00am en la cancha de usos múltiples que se encuentra al aire libre, sin embargo, la sombra que generan los árboles que le rodean permitió una estancia agradable para los alumnos.

Turno vespertino. Cuenta con un grupo para cada grado a excepción de 5° grado con dos de ellos. Se identificaron siete maestros titulares y tres docentes complementarios, estos últimos imparten: educación física, educación artística y educación especial. La jornada de clases inicia a la 1:00pm y termina a las 5:30pm. Su horario de recreo es de 3:30pm a 4:00pm.

b) Configuración del conjunto.

De manera general, el plantel se encuentra deteriorado ocasionado por la falta de mantenimiento. Al recorrer cada uno de los espacios, se percibió un ambiente un poco deprimido, principalmente en el turno vespertino, debido a la falta de mantenimiento de las instalaciones.

Ahora bien, la escuela primaria está constituida por las siguientes áreas:

Edificio A. En el siguiente orden, está compuesto por la dirección del turno matutino, seguido de cinco aulas tipo de 6x8m y finalmente un aula de apoyo especial y una bodega.

Edificio B. Se constituye por tres aulas atípicas, es decir, que no cuenta con las características de aula tipo estipuladas por INIFE. Es decir, las dimensiones de superficie son distintas, así como la altura de piso a techo. Dos de estas aulas están destinadas para impartir clases en ambos turnos, mientras que la tercera es un aula de cómputo utilizada solamente en el turno matutino.

Edificio C y contiguos. Existen tres módulos de sanitarios para hombres y mujeres. Los dos turnos hacen uso de estos.

Edificio D. Es destinado a la dirección del turno vespertino, con características de un aula tipo regional de 6x5.30m.

Áreas de esparcimiento. Incluye una cancha de usos múltiples y áreas libres entre edificios (patios). Son los espacios que los alumnos aprovechan cuando salen al recreo y para recibir clases de educación física. Se destaca un área de jardineras donde se encuentran árboles con altura superior a los 4m, que dan sombra hacia la cancha y protegen del Sol a los estudiantes durante el recreo. Se identificaron especies como: laurel de la india, ficus benamina y ciprés.

Lonchería. Se identificaron dos de ellas, una para cada turno. Se caracterizan por ser módulos móviles.

Las siguientes fotografías muestran las áreas más representativas del plantel:



Figura 16. Edificios A y B (Vista desde el patio.
Fuente. Propia.



Figura 17. Edificios B y A (Vista desde el ingreso).
Fuente. Propia.



Figura 18. Cancha de usos múltiples.
Fuente. Propia.



Figura 19. Cancha y aula de apoyo.
Fuente. Propia.



Figura 20. Dirección turno vespertino.
Fuente. Propia.



Figura 21. Módulos de baños. *Fuente. Propia.*



Figura 22. Pasillo contiguo a edificio A.
Fuente. Propia.



Figura 23. Área arbolada. *Fuente. Propia.*

• PLANOS ARQUITECTÓNICOS

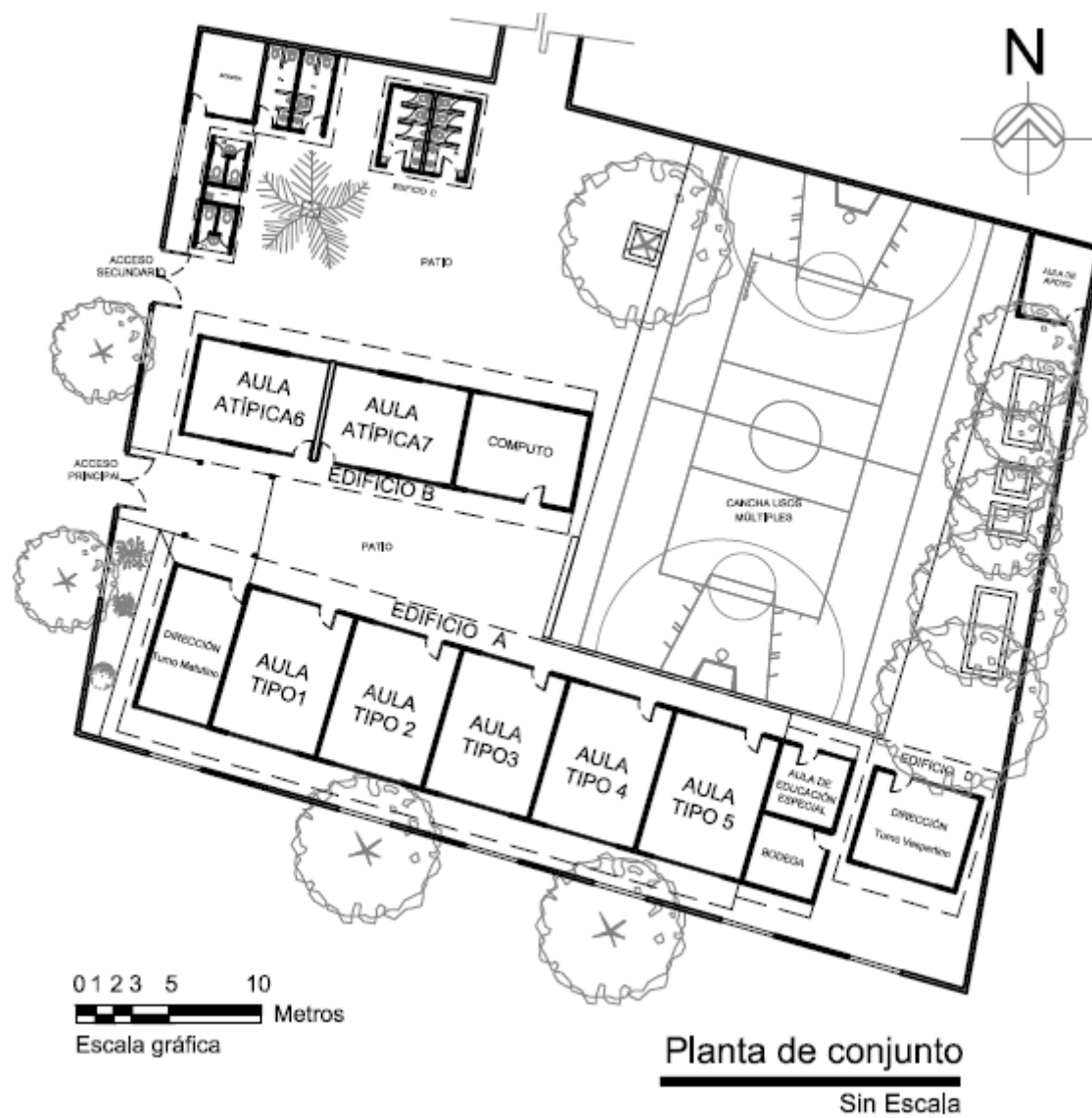


Figura 24. Planta arquitectónica de conjunto
Fuente: Elaboración propia.

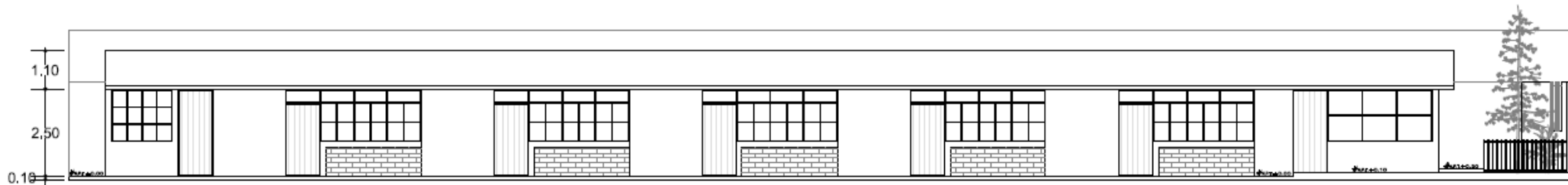
Edificio A

Figura 25. Edificio A-Alzado Norte
Fuente: Elaboración propia.

Alzado Norte
 Sin Escala

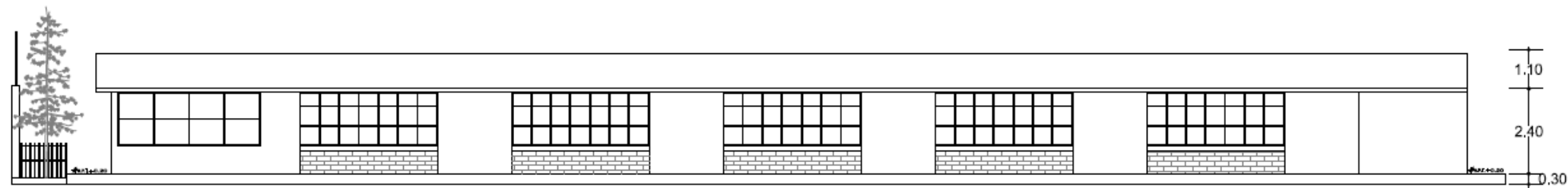


Figura 26. Edificio A- Alzado Sur
Fuente: Elaboración propia.

Alzado Sur
 Sin Escala

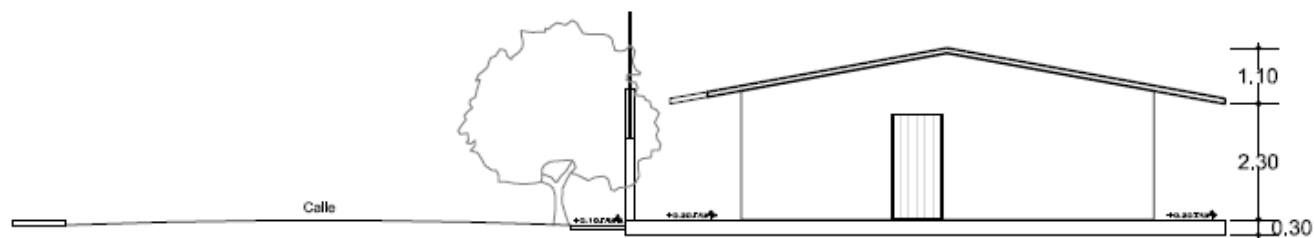


Figura 27. Edificio A-Alzado Oriente
Fuente: Elaboración propia.

Alzado Oriente
 Sin Escala



Figura 28. Edificio A-Alzado Poniente
Fuente: Elaboración propia.

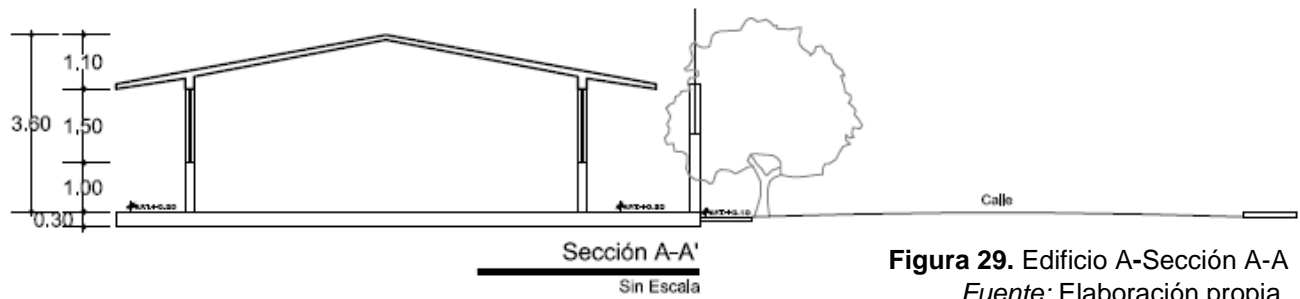


Figura 29. Edificio A-Sección A-A
Fuente: Elaboración propia.

Edificio B

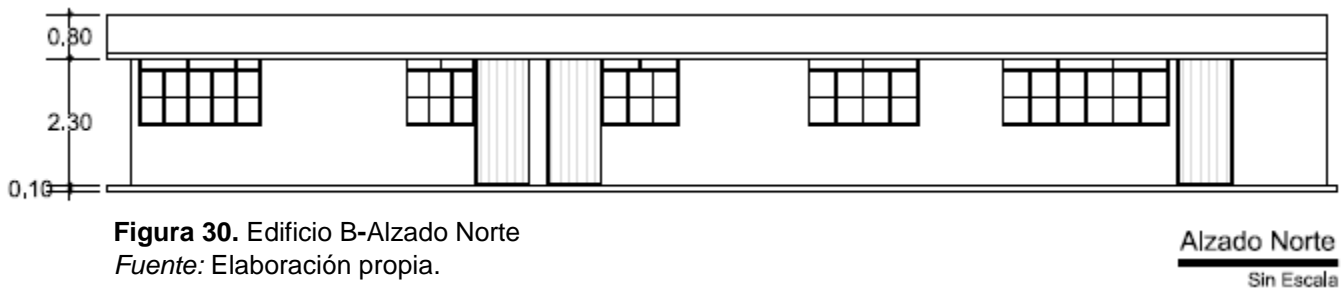


Figura 30. Edificio B-Alzado Norte
Fuente: Elaboración propia.

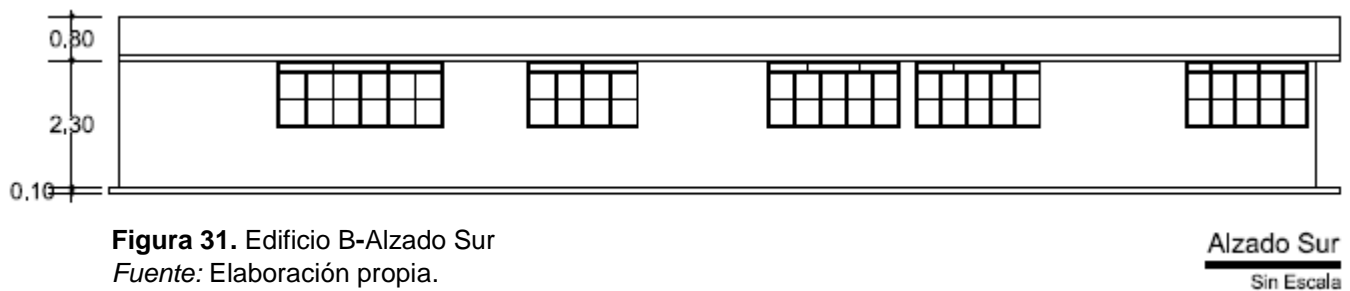


Figura 31. Edificio B-Alzado Sur
Fuente: Elaboración propia.

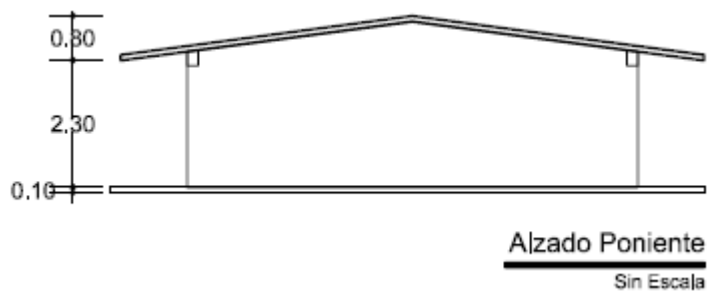


Figura 32. Edificio B-Alzado Poniente
Fuente: Elaboración propia.

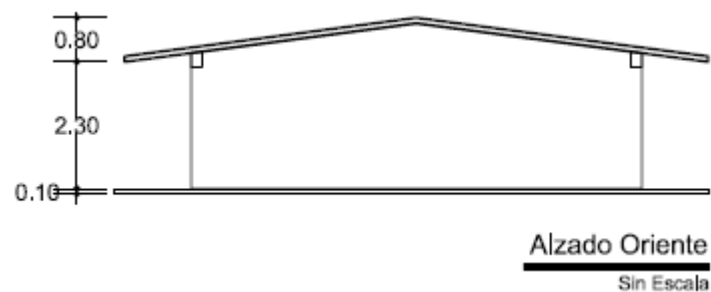


Figura 33. Edificio B-Alzado Oriente
Fuente: Elaboración propia.

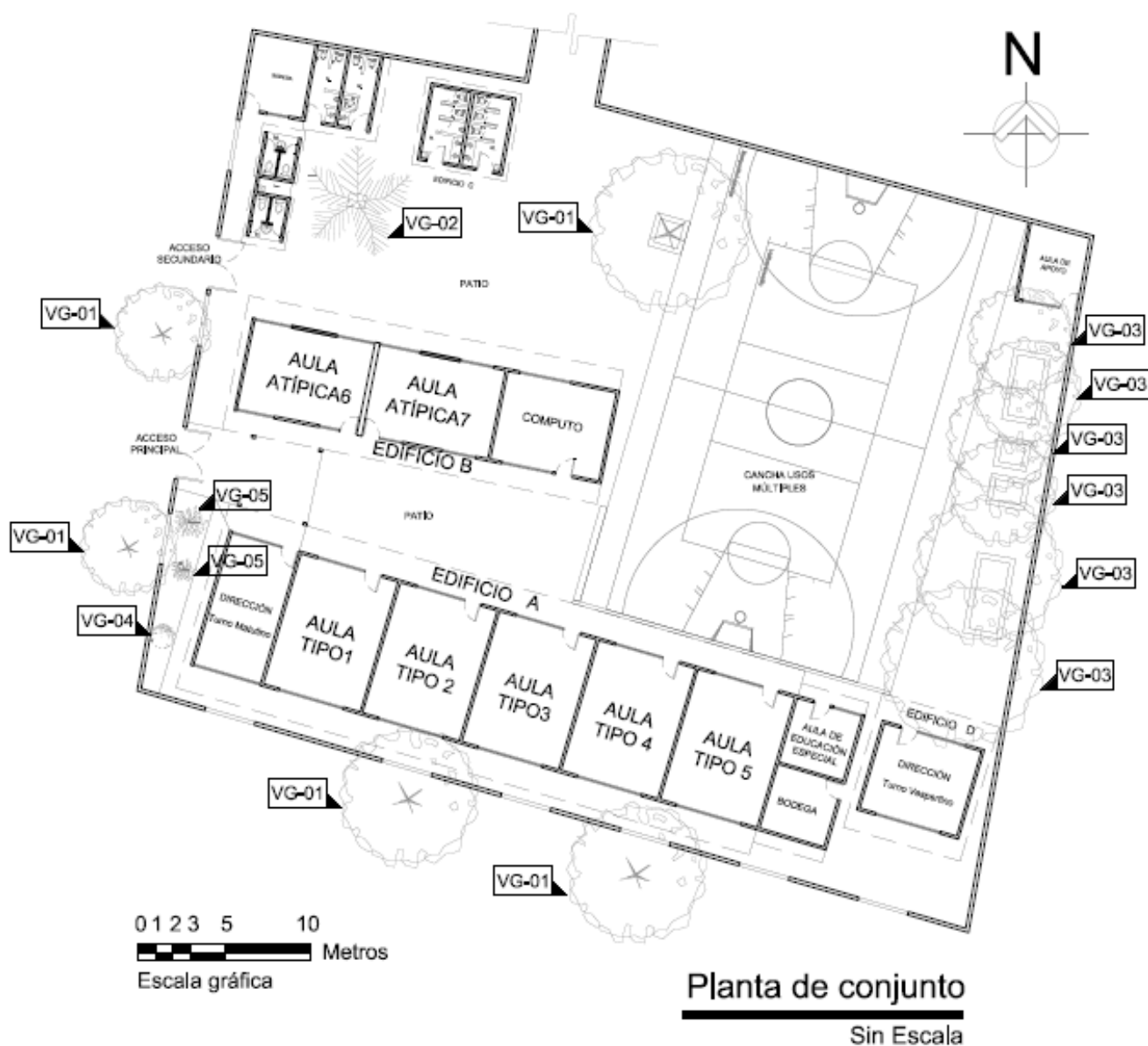


Figura 34. VEGETACIÓN-Planta arquitectónica de conjunto.
Fuente: Elaboración propia.
(Ver tabla 22. Vegetación)






Simbología	Nombre común	Nombre científico	Imagen
VG-01	Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i>	
VG-02	Coco plumoso	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	
VG-03	Laurel de la india	<i>Ficus retusa</i>	
VG-04	Ciprés	<i>Cupressus sempervirens</i>	
VG-05	Rosal	<i>Rosa spp</i>	

Tabla 22. Vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

(Ver figura 34. Vegetación-Planta arquitectónica de conjunto)

4.1.5.2 CARACTERIZACIÓN DEL AULA

a) FORMA, ESTRUCTURA Y MATERIALES

Como se menciona en los puntos anteriores, el plantel cuenta con siete aulas. Dos de ellas se consideran aulas atípicas y las otras cinco están catalogadas como aulas tipo denominadas por INIFE como regionales de 6.00x8.00m., Las características constructivas son las siguientes: estructura a base de trabes y columnas de concreto. Losas inclinadas a dos aguas, de concreto con impermeabilizante color rojo. Muros a base de tabique rojo con acabado común donde recibió el aplanado, y acabado aparente cuando solo recibió la pintura de color blanco. Cancelería de herrería y pisos cerámicos. Cada aula cuenta con al menos dos ventiladores. Enseguida se definen las características térmicas de los materiales actuales:

	Concepto	Densidad	Conductividad térmica (K)	Calor específico (Ce)	Inercia térmica
MUROS	1. Muro de tabique de barro rojo recocido de 7x14x28 de 14 cm de espesor a "soga", asentado con mortero de cemento-arena 1:3, acabado común.	2,000 kg/m3	0.872 w/m°C	920 j/kg°C	1,266.70
	2. Aplanado muro con mortero cemento-arena 1:5, a plomo y regla, acabado floteado.	2,000 kg/m3	0.63 w/m°C	890 j/kg°C	1,059
	3. Pintura vinílica-acrílica, color blanco. (Dos manos en pintura vinílica).	--	--	--	--
CUBIERTAS	4. Losa de concreto f'c=200kg/cm2 de 8cm de espesor, armada con varilla #3 @20cm.	2,300 kg/m3	1.74 w/m°C	1,050 j/kg°C	2,049.90
	5. Aplanado acabado floteado fino con mortero cemento-arena, proporción 1:5, espesor máximo de 2cms. con pintura vinílica, color blanco a dos manos.	2,000 kg/m3	0.63 w/m°C	890 j/kg°C	1,059

	6. Sistema prefabricado impermeabilizante a base de multicapa y asfalto modificado sbs de 4mm con un mínimo de 15% de polímero con refuerzo central de 180 gr/cm2 con resina termo adherida acabado aparente, con gravilla.	1,127 kg/m3	0.17 w/m°C	---	---
PISOS INTERIOR	7. Firme de concreto f'c=150 kg/cm2 de 10 cms. de espesor. Acabado apalillado para recibir piso cerámico.	2,000 kg/m3	1.280 w/m°C	1,000 j/kg°C	1,600
	8. Piso de loseta cerámica, prensada y esmaltada, tráfico pesado de 33x33cm. de primera. Asentado con pega piso y boquilla de color de 6mm. de espesor y junteado con boquillas de 6mm. de espesor.	----	1.047 w/m°C	----	----
EXTERIOR	9. Firme de concreto f'c=150 kg/cm2 de 10 cms. de espesor. Acabado apalillado para recibir piso cerámico.	2,000 kg/m3	1.280 w/m°C	1,000 j/kg°C	1,600
	10. Adoquín.	2,200 kg/m3	1.28 w/m°C	---	---
	11. Capa de tierra vegetal, 10cm de espesor.	1,800 kg/m3	1.8 w/m°C	920 j/kg°C	1,726.50

Tabla 23. Propiedades térmicas de los materiales.

Fuente: Elaboración propia, con datos de la NOM-008-ENER-2001.

• PLANOS ARQUITECTÓNICOS

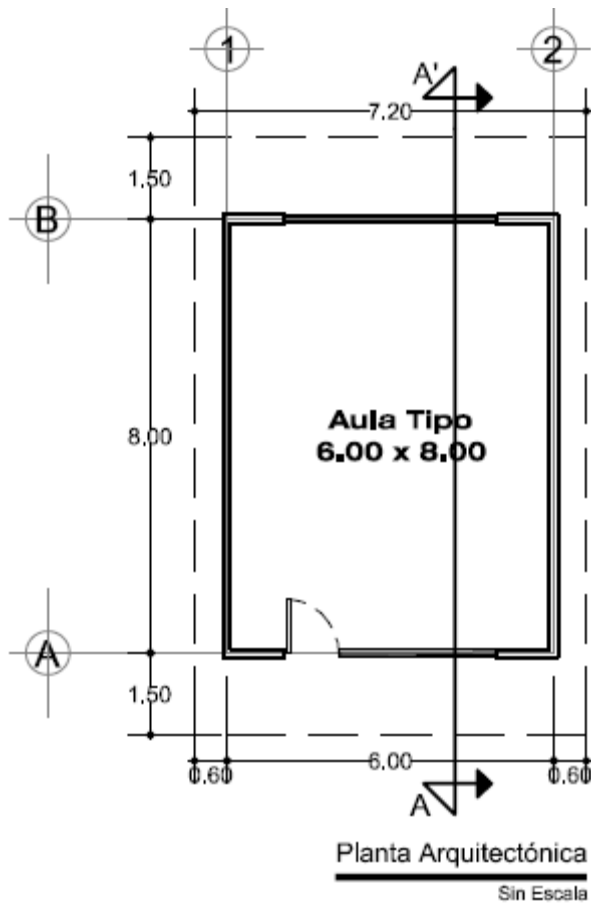


Figura 35. Aula Tipo-Planta arquitectónica
Fuente: Elaboración propia.

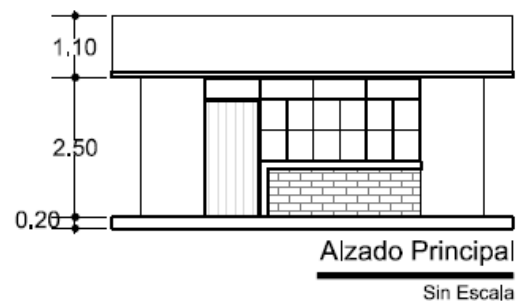


Figura 36. Aula Tipo-Alzado principal
Fuente: Elaboración propia.

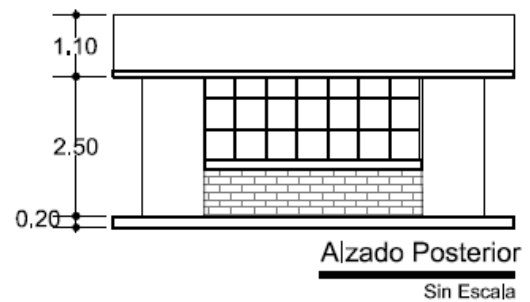


Figura 37. Aula Tipo-Alzado posterior
Fuente: Elaboración propia.

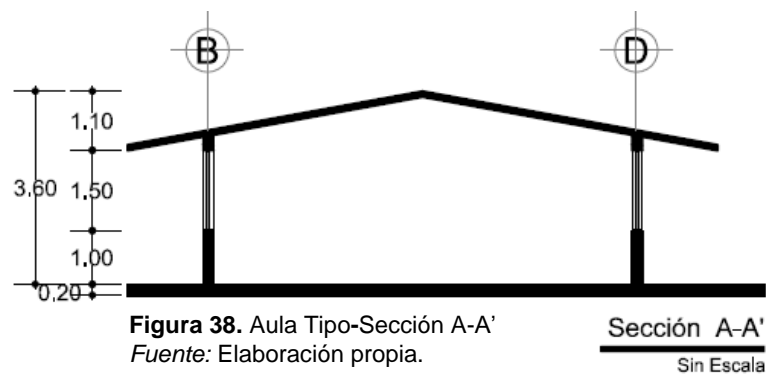


Figura 38. Aula Tipo-Sección A-A'
Fuente: Elaboración propia.

b) MONITOREO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

El monitoreo se realizó a través de dispositivos denominados Dataloggers que miden y guardan lecturas de humedad relativa y temperatura en escalas de medición de 0 a 100 %HR y -40 a +70°C respectivamente. Se utilizaron Dataloggers marca Extech modelo RHT10. Son útiles en ambientes interiores y exteriores.

Ubicación de dispositivos de monitoreo de temperatura y humedad relativa (dataloggers) al interior de tres aulas tipo, dos aulas atípicas y un dispositivo al exterior. Permanecieron en el plantel durante una semana, inició el día 18 de junio a las 8:00 am y se retiraron el día 25 de junio a las 5:30pm. El monitoreo se realizó con la finalidad de conocer el comportamiento de temperaturas al interior y exterior del aula durante la jornada escolar (8:00am - 5.30pm). El producto obtenido fue un registro de temperatura y humedad relativa a cada 10 minutos, durante el período indicado.

Nota. Se ubicaron 6 dispositivos en el plantel, lamentablemente se extraviaron dos de ellos y no fue posible recuperarlos. Estuvieron ubicados en las aulas atípicas. Por ello, no fue posible presentar las mediciones de temperatura y humedad de estos salones.

En la figura siguiente se indican con sombra gris los salones monitoreados, señalados como Aula tipo1, Aula tipo 3 y Aula tipo 5. Definidas por INIFE como aulas tipo Regionales de 6.00x8.00m.

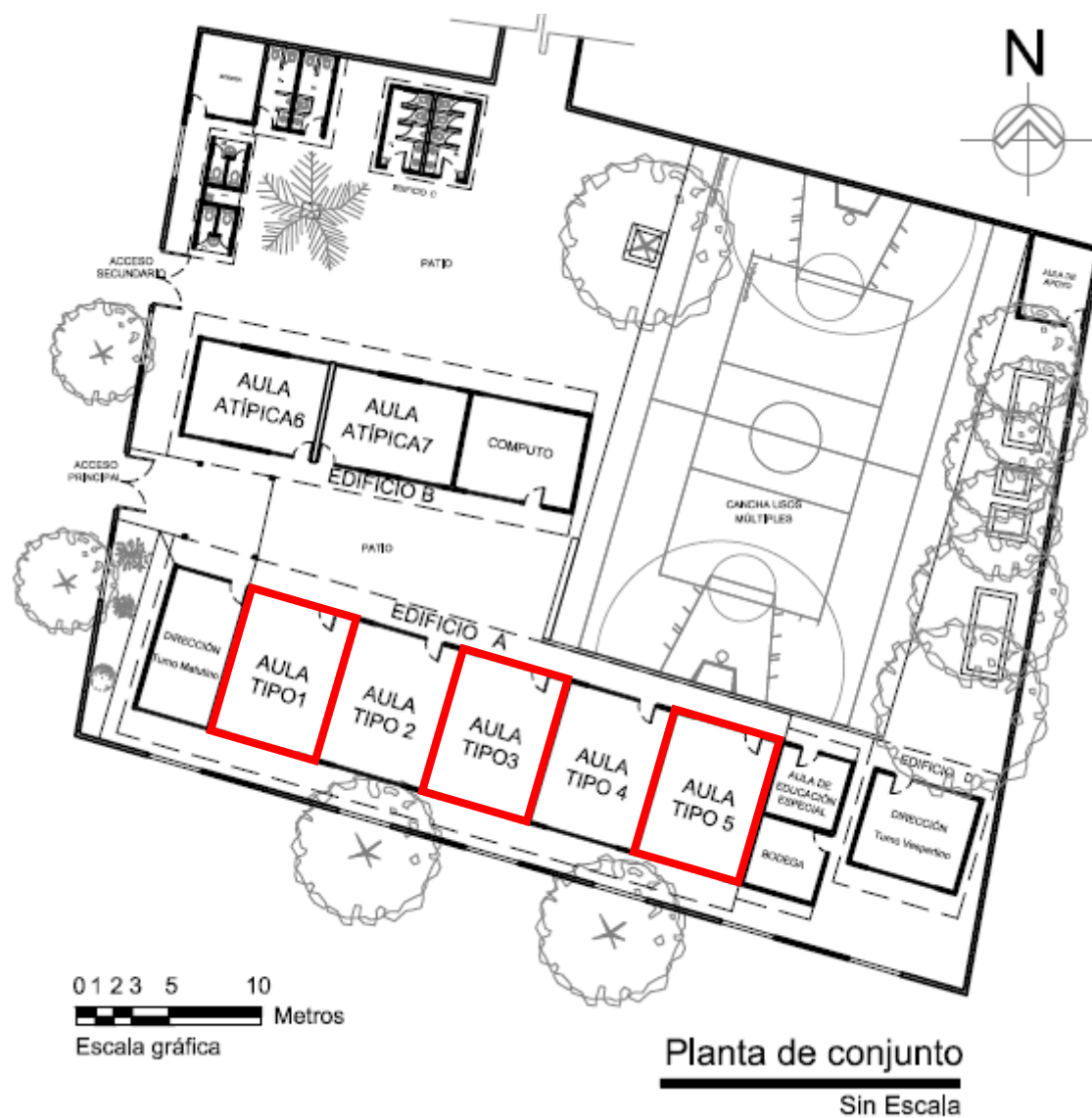
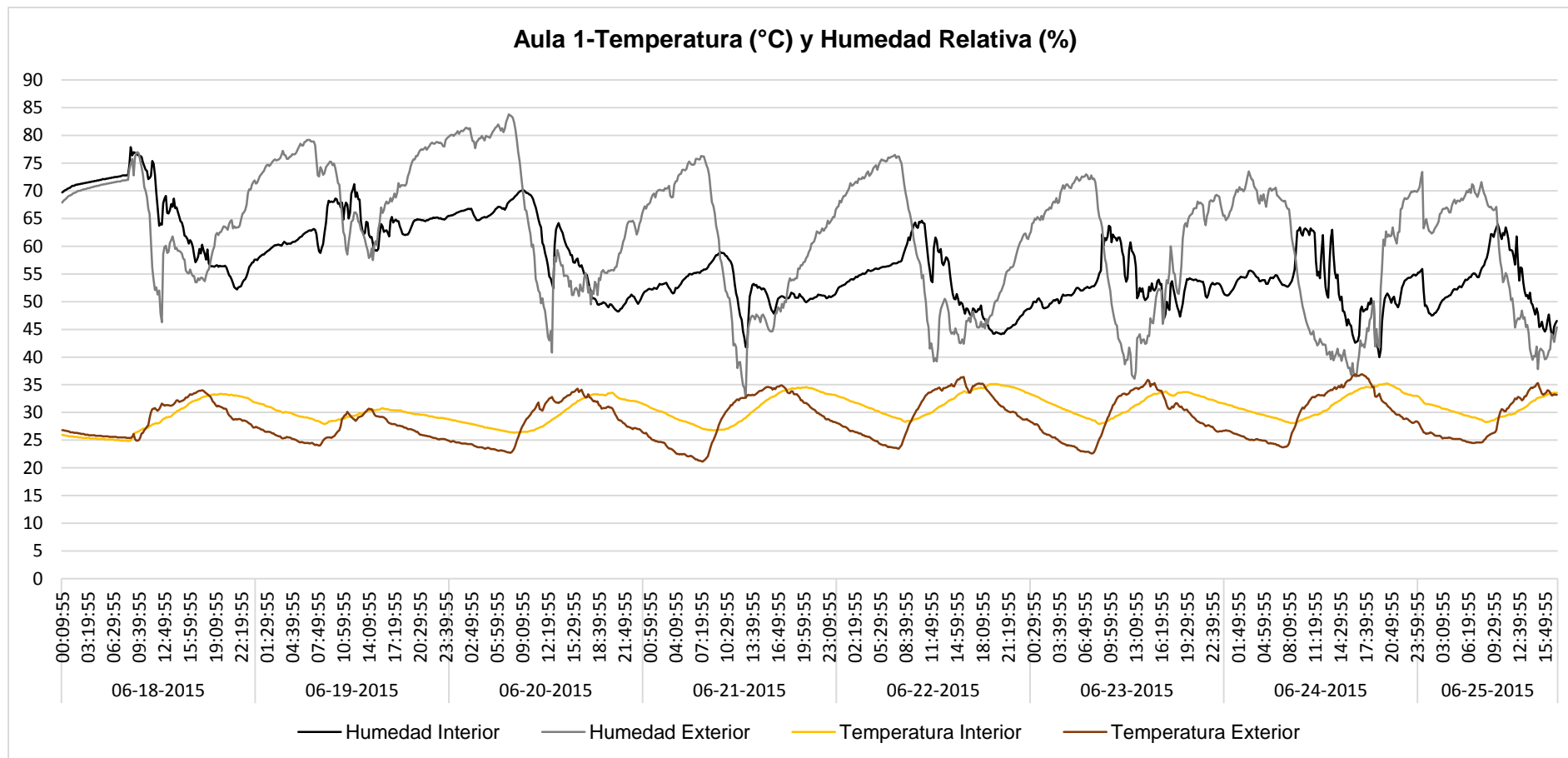


Figura 39. Aulas monitoreadas (Planta arquitectónica de conjunto)
Fuente: Elaboración propia.

Enseguida, se describirán los registros durante el monitoreo de cada una de las aulas.

Aula 1



Gráfica 34. Aula1-Monitoreo de temperatura y humedad relativa.

Fuente: Elaboración propia.

La primera gráfica obtenida, muestra el monitoreo del Aula 1 y del exterior, con las variables de temperatura y humedad relativa registrada durante 8 días, que corresponden al período del 18 de junio al 25 de junio de 2015, correspondiente a los últimos 4 días de primavera y 4 días de inicio de verano. Puede observarse que la temperatura interior máxima fue de 36.6°C y al exterior de 34.4°C, el día 24 de junio a las 20:29:55 horas. Durante los demás días oscila entre los 30°C y los 35°C, presentados entre las 16:00 y 20:00 horas. Mientras que la temperatura mínima registrada fue el 18 de junio a las 8:19:55 horas con 24.8 °C en el aula y al exterior 25.4 °C. En cambio, durante los días siguientes la mínima osciló en un rango de 26 y 28°C (interior) y 21 a 24°C (exterior), registradas de 7:00 a 9:00 am.

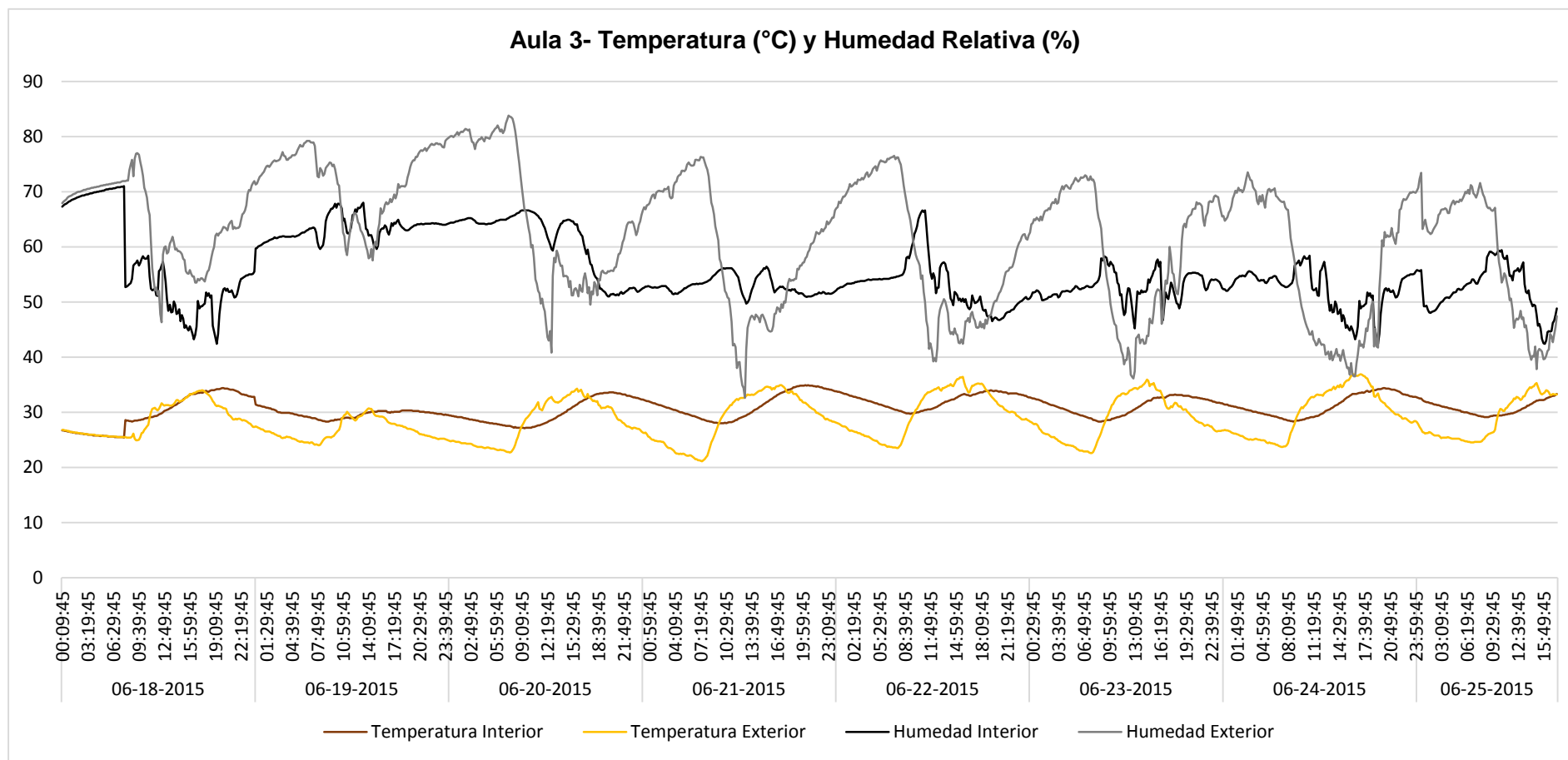
En relación a la humedad relativa registrada, la máxima se presentó el primer día con 77% en el aula y exterior de 74% en ese día, sin embargo, se presentó al exterior la cifra más elevada el día 20 de junio con un 83.5% y en el salón disminuye a 68.5%. En los dos siguientes días se registró en un 70% y en el transcurso de los días se mantuvo entre el 60 y 63%. Estos datos se presentaron de 8 a 10 de la mañana. Mientras la humedad relativa mínima al interior se ubicó entre el 40 y 50% al caer la tarde entre 7 y 9 de la noche; distinguiéndose una diferencia en el monitoreo exterior que registró un porcentaje de humedad mínima de 30% a 40% de las 9 a las 10 de la mañana. En general, la humedad exterior máxima y mínima mantuvo una diferencia de 10 a 20% con las cifras del interior.

Con esta primera aproximación se concluye, que en esta aula ningún día se logró estar en la zona de confort, considerada entre los 18°C y 25°C. En cambio, se observa en el horario escolar (8:00-5:30pm), un rango de temperaturas entre los 26 y 34°C.

Es importante mencionar que el aula cuenta con 3 ventiladores y se mantienen generalmente encendidos 2 de ellos durante las dos jornadas escolares de 8:00 a 17:30 horas.

Los datos obtenidos del monitoreo se traducen en tablas y gráficas por cada día monitoreado, como se muestra enseguida. Estos datos permitirán conocer el comportamiento de temperatura y humedad antes, durante y después de la jornada escolar.

Aula 3



Gráfica 36. Aula 3-Monitoreo de temperatura y humedad relativa.

Fuente: Elaboración propia.

El segundo salón de clases monitoreado se encuentra justo a la mitad del denominado edificio A.

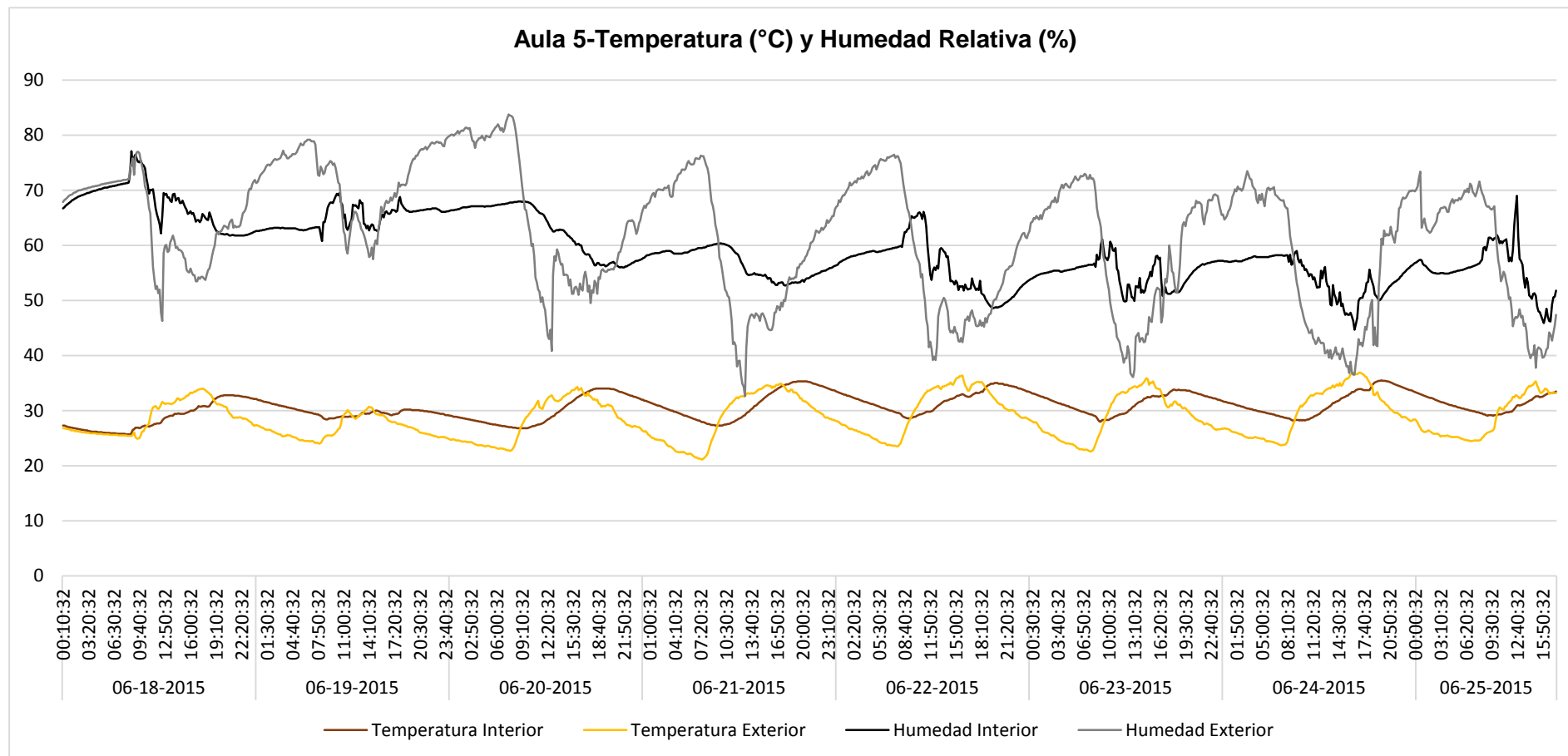
La gráfica 36, muestra los registros de temperatura y humedad suscitados del 18 de junio al 25 de junio de 2015. Es fácil identificar las temperaturas máximas y mínimas durante este período. Destacando el día 21 de junio con la máxima de 34.8°C a las 8:00 pm (al interior) y 32.2°C (exterior), siendo muy próximo al del aula 1 que registró dentro del aula en este día y hora 34.5 °C. En los días anteriores y siguientes las temperaturas más altas se registraron entre 30 y 35°C, en el lapso de las 6:00pm y 8:00pm. En cambio las temperaturas más bajas se presentaron al inicio de clases del turno matutino a partir de las 8:00 y 9:00 horas, oscilando desde los 25°C hasta los 29°C. Cabe mencionar que aún con las temperaturas mínimas registradas no se alcanza la zona de confort (18-25°C).

Considerando solo el horario escolar de las 8 de la mañana hasta las cinco y media de la tarde, se registró al interior del salón un rango general de temperatura iniciando en 28°C y en aumento hasta lograr los 33° y 34°C. En cambio, al inicio de clases el ambiente exterior presenta un rango de 22°C y 24°C y al paso de las horas llega hasta los 32°C y 35°C.

La humedad relativa máxima interior se registró el primer día de monitoreo con 78% RH. Los días 19, 20 se mantuvo de 60 a 67%. Sin embargo, los siguientes días se observa que el porcentaje de humedad baja hasta el 45% y con un máximo de 60%. En cambio, los valores máximos de humedad exterior se mantienen entre el 70 y el 80% y de mínima de 30 a 40%.

El aula 3 cuenta con 3 ventiladores y se mantienen generalmente encendidos dos de ellos durante las dos jornadas escolares de 8:00 a 17:30 horas. El tercer ventilador se utiliza menos porque genera ruido e interrumpe las clases.

Aula 5



Gráfica 37. Aula 5-Monitoreo de temperatura y humedad relativa.

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 37, muestra el monitoreo realizado en el aula 5. La temperatura se comportó de manera semejante que la del aula 1, presentándose la máxima en el séptimo día a las 7:40pm con 35.5°C (interior) y 30.5°C al exterior en la misma hora. Los días anteriores la temperatura alcanzó los 33 y 35 grados centígrados. Mientras que el 19 de junio solo alcanzó los 30°C como máxima a las 6:20 de la tarde. La temperatura mínima registrada fue durante el primer día con 25°C a las 8:10 am y los siguientes días se mantuvo en el rango de 27 a 29°C con las temperaturas más bajas registradas de 9:00 a 10:00hrs; destacando que el data logger exterior registró cifras mínimas en un rango de 21°C a 24°C. En comparación con las dos aulas anteriores, esta fue la que suscitó la temperatura más alta, en el rango de máximas y mínimas.

En general durante la jornada escolar completa, se observa al inicio de clases (8:00am) un parámetro de temperatura interior entre los 26 y 29°C y va aumentando en el transcurso del día hasta alcanzar los 33°C e incluso 35°C. Comparado con el exterior y el horario de clases, se encuentra en un rango de 22°C y 24°C y al paso de las horas llega hasta los 32°C y 35°C.

La humedad relativa al interior del aula 5, se registró en un rango del 45 y 69%. Presentándose como máxima 69.4% el día 18 de junio a las 14:00 horas, al igual que las aulas 1 y 3 que presentaron el % de humedad máximo el primer día de monitoreo.

De igual manera esta aula cuenta con 3 ventiladores y se mantienen generalmente encendidos dos de ellos durante las dos jornadas escolares de 8:00 a 17:30 horas.

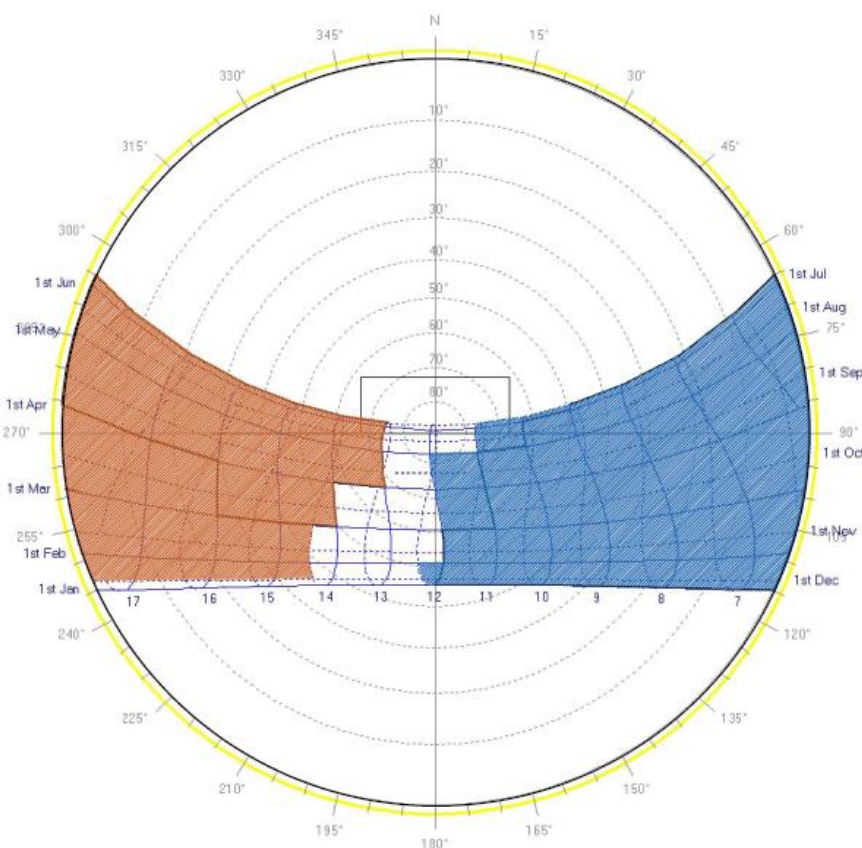
c) COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA ENVOLVENTE (ACTUAL)

I. ANÁLISIS SOLAR

En este punto se aborda el Sol como unidad de análisis, estudiando su recorrido en relación con la escuela primaria en cuestión. Teniendo en cuenta que el problema no es la eliminación completa de los efectos de la radiación solar, sino su correcta regulación de acuerdo a cada época del año, es decir, la protección del asoleamiento en verano y la ganancia más adecuada en invierno.

• Gráfica solar

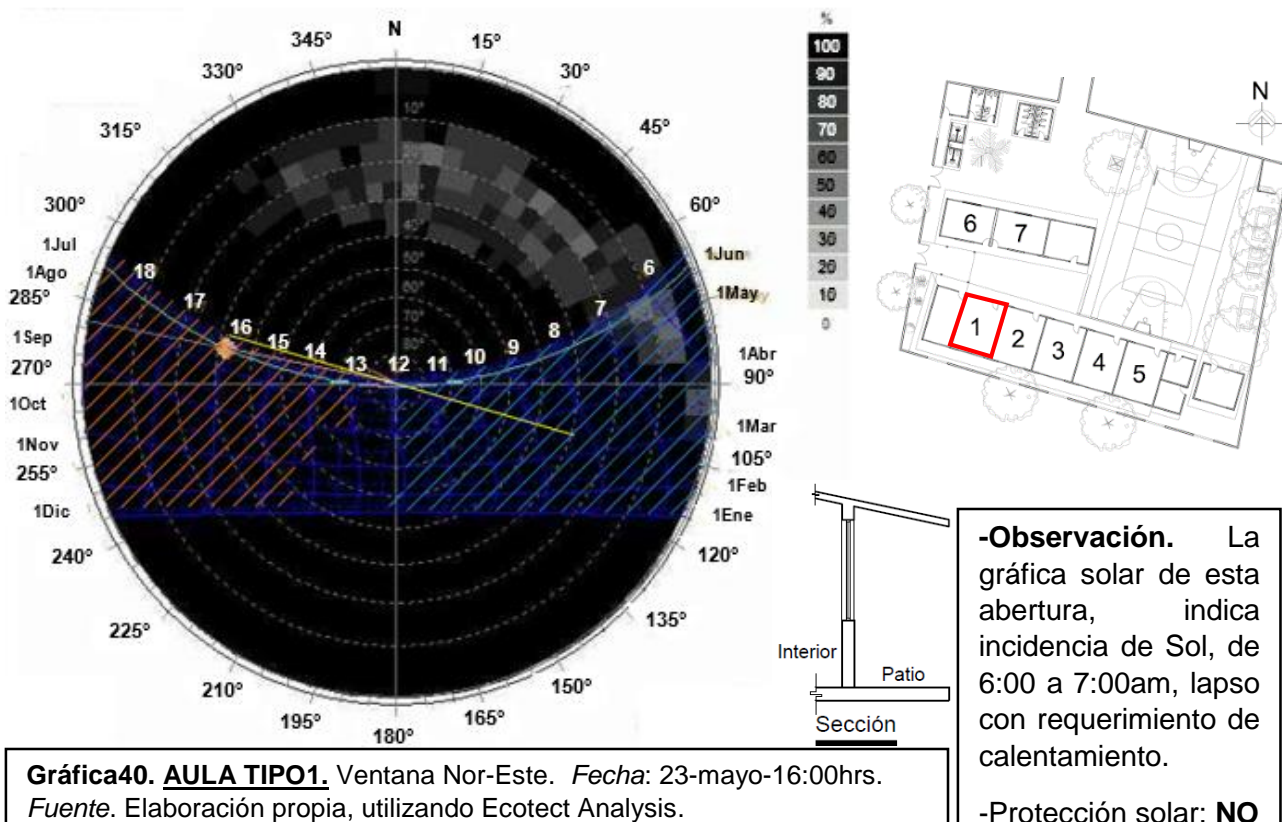
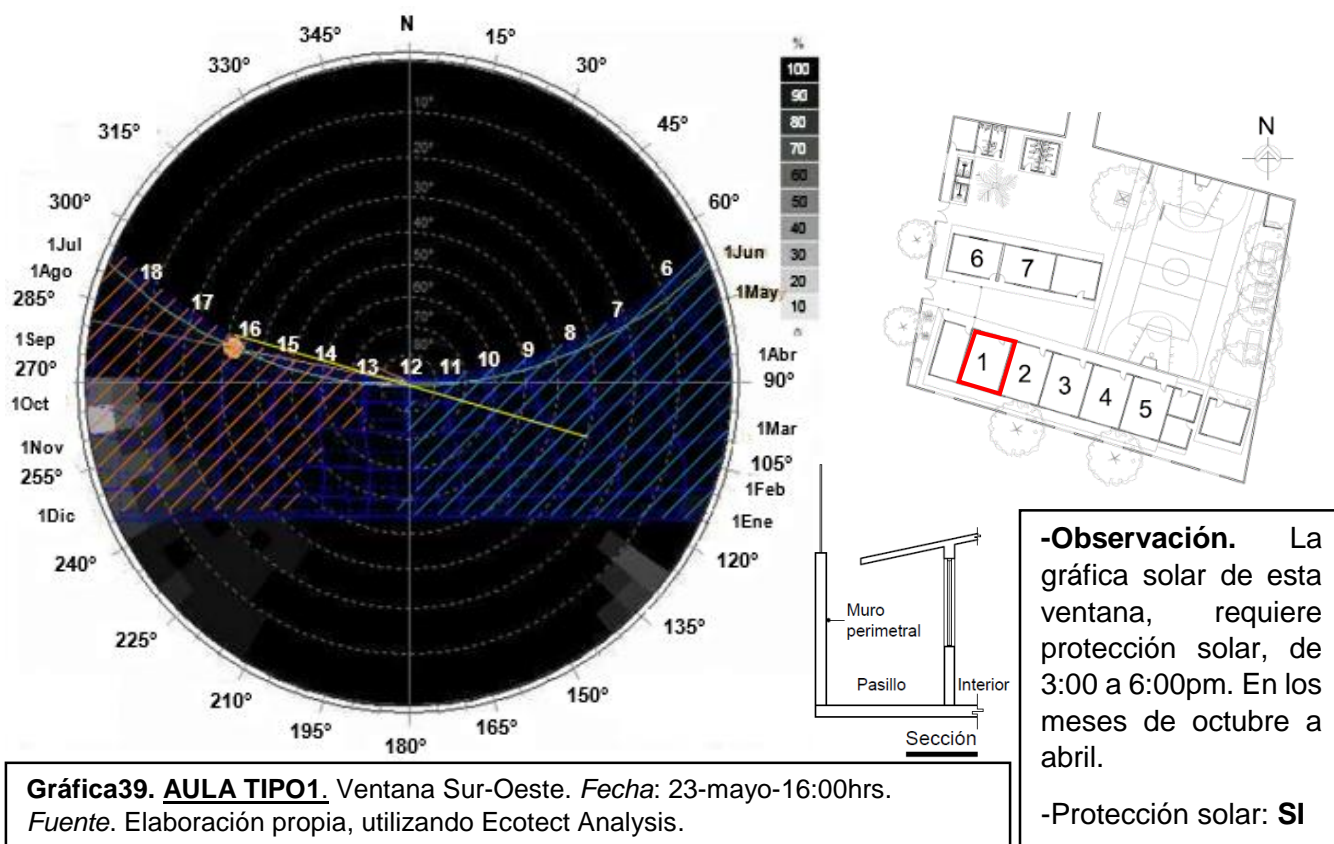
La siguiente gráfica solar estereográfica, muestra la posición del Sol tanto en altura como en azimuth, para cada mes y hora del año; correspondiente a la latitud de Tepic. Dicha figura se retomó del apartado de “*Temperaturas horarias en gráfica solar*” del punto 4.1.3 Análisis bioclimático. La cual muestra además, los requerimientos de climatización; que permitirá empatarla con el diagrama de asoleamiento de cada ventana del edificio.

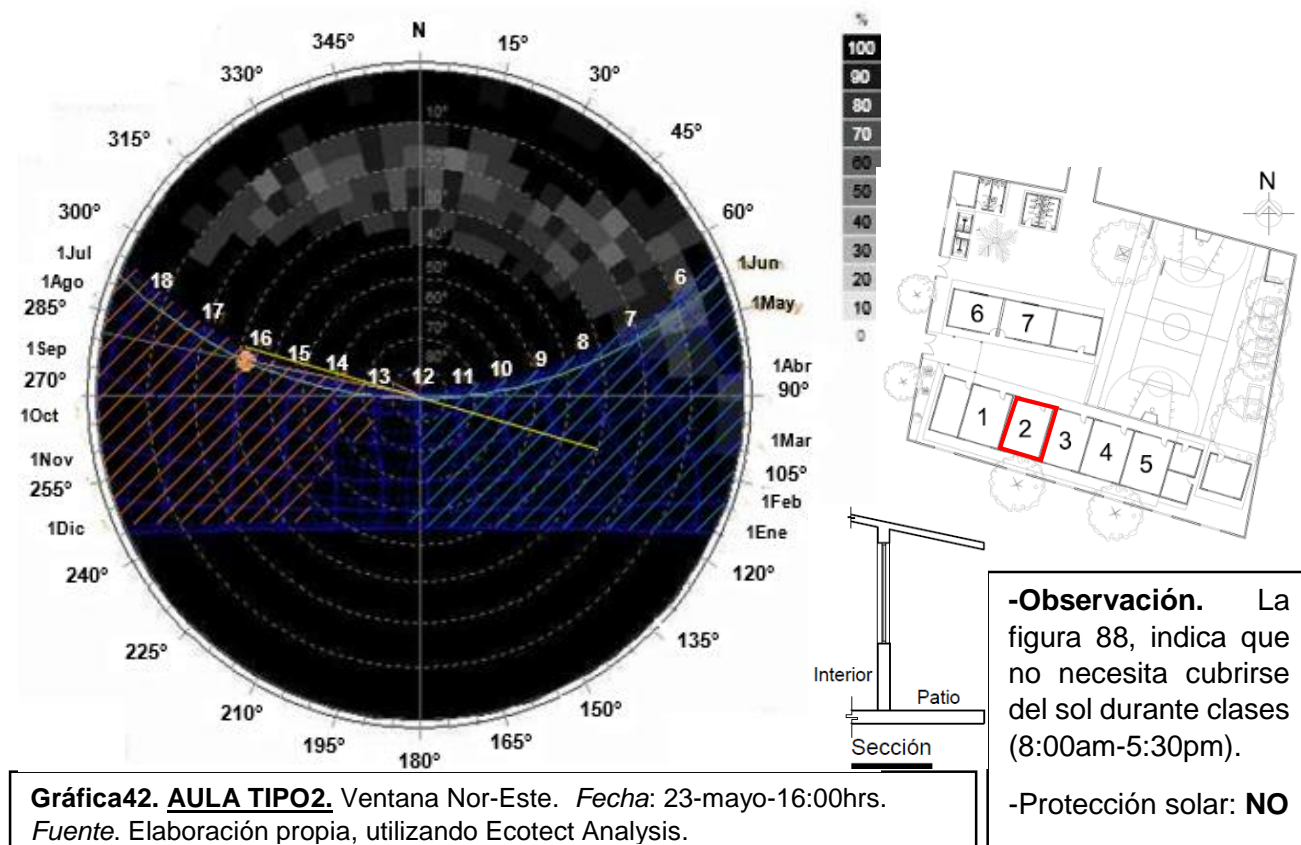
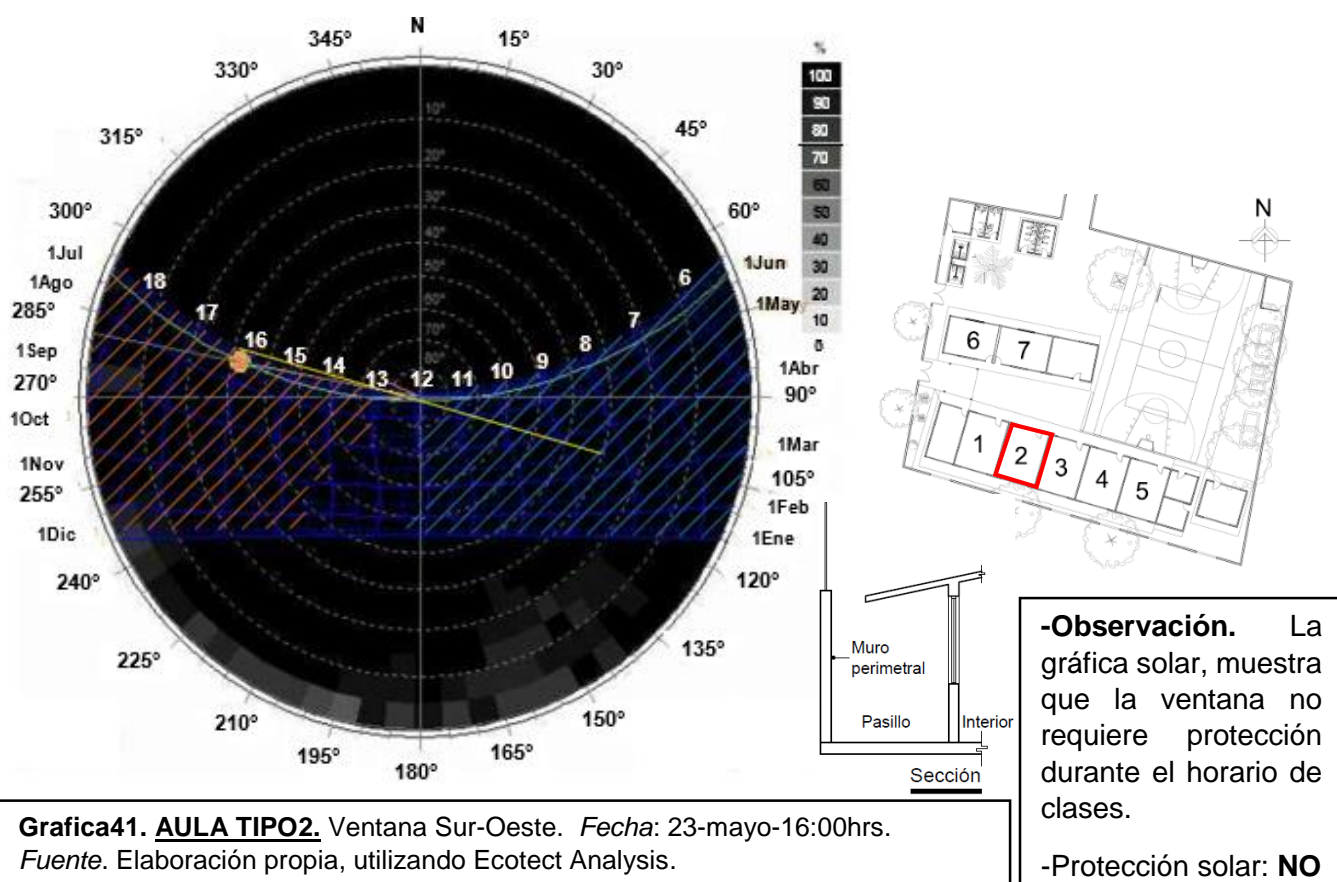


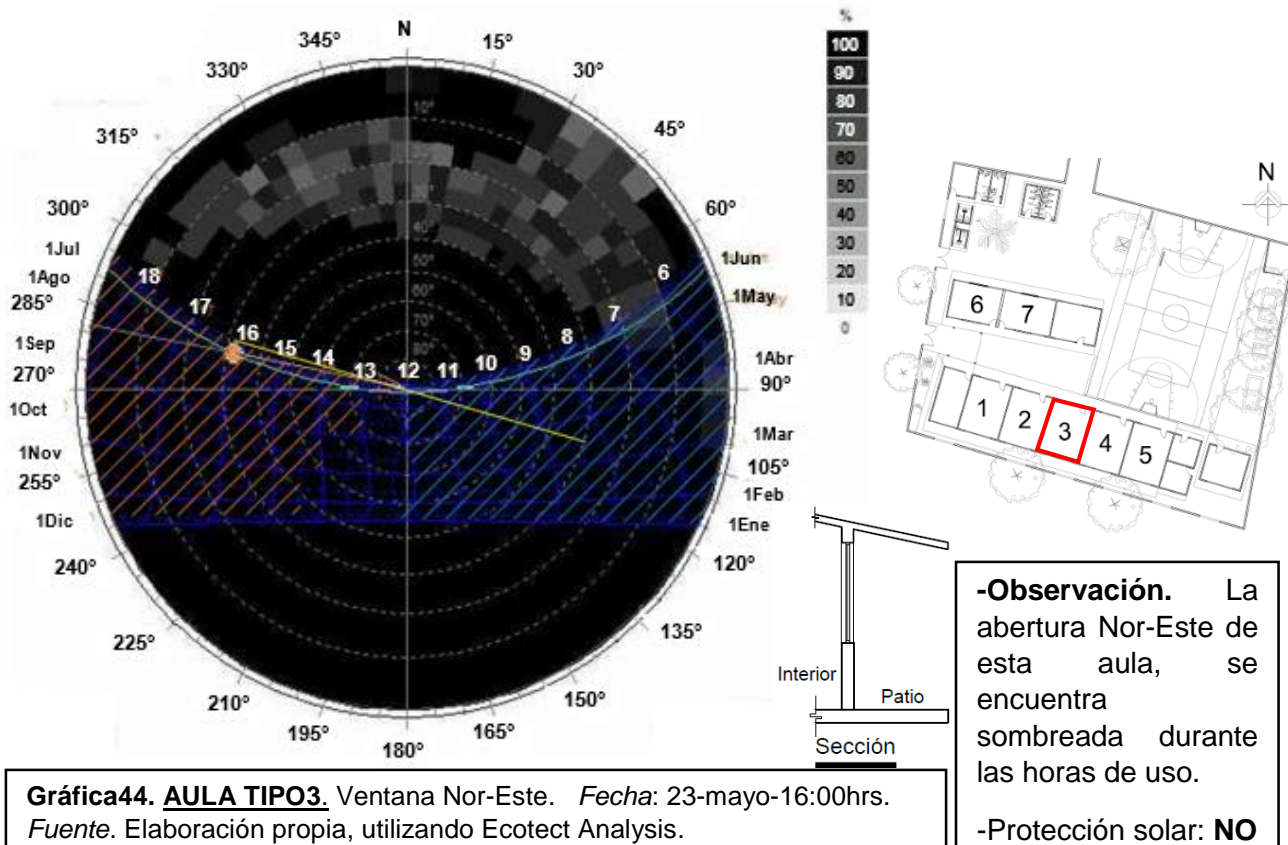
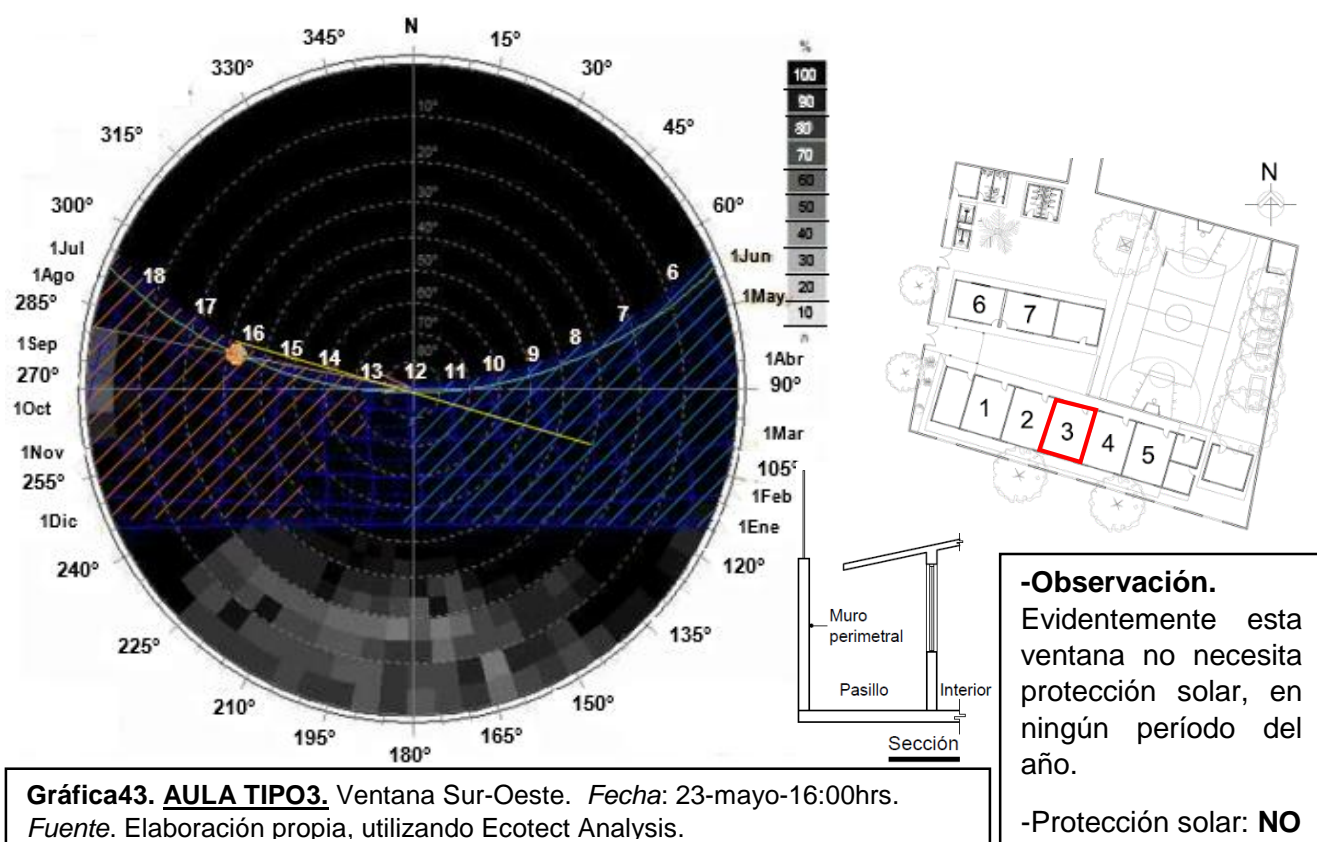
Gráfica 38. Gráfica solar estereográfica.

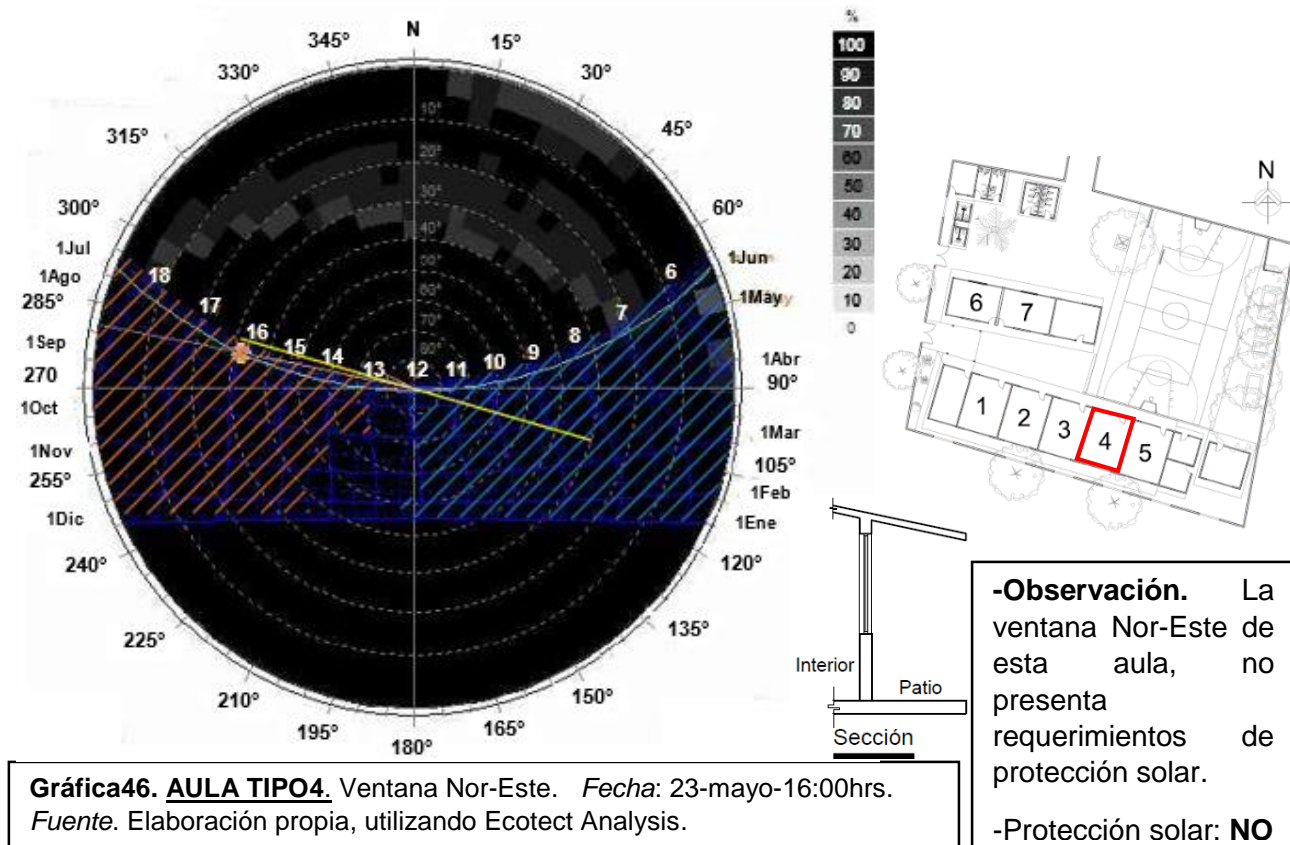
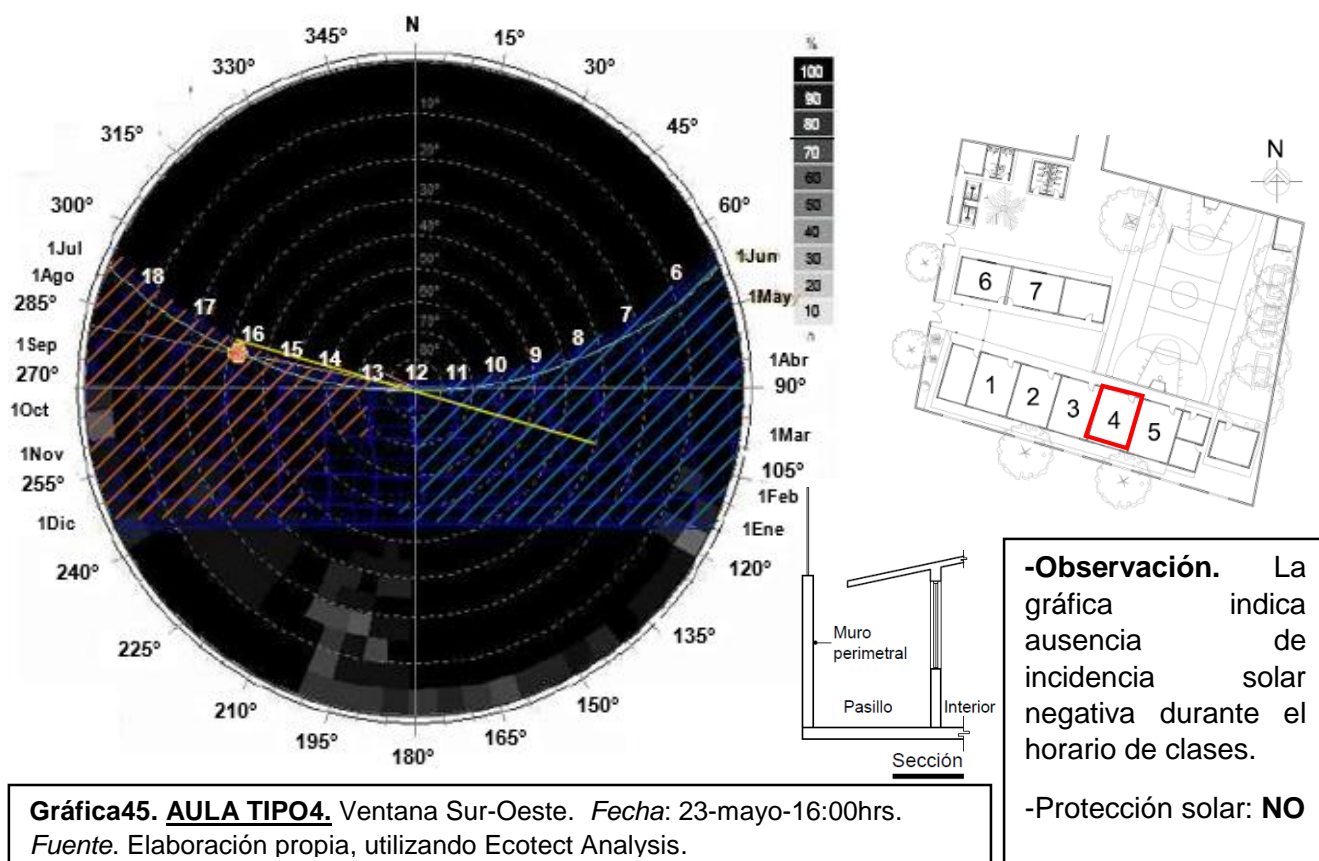
Fuente. Elaboración propia, utilizando software Ecotect Analysis.

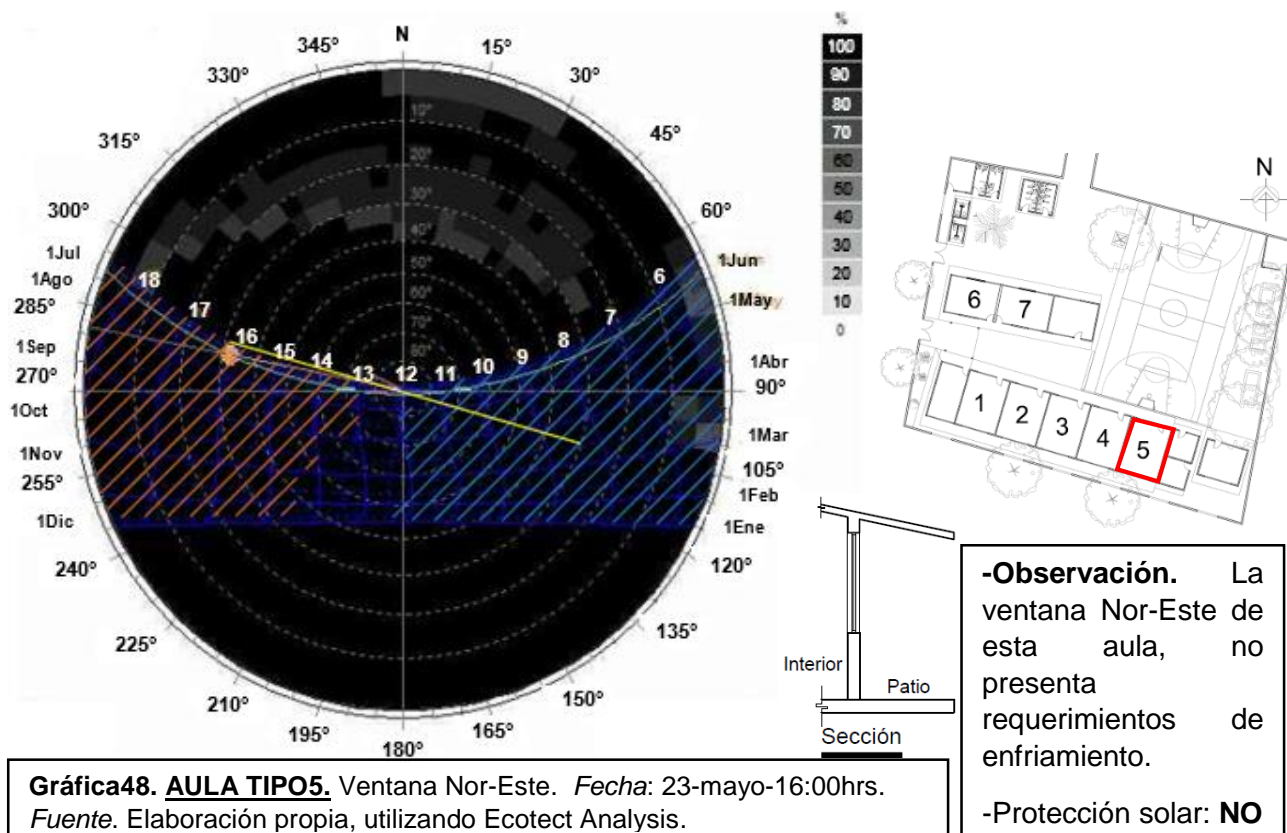
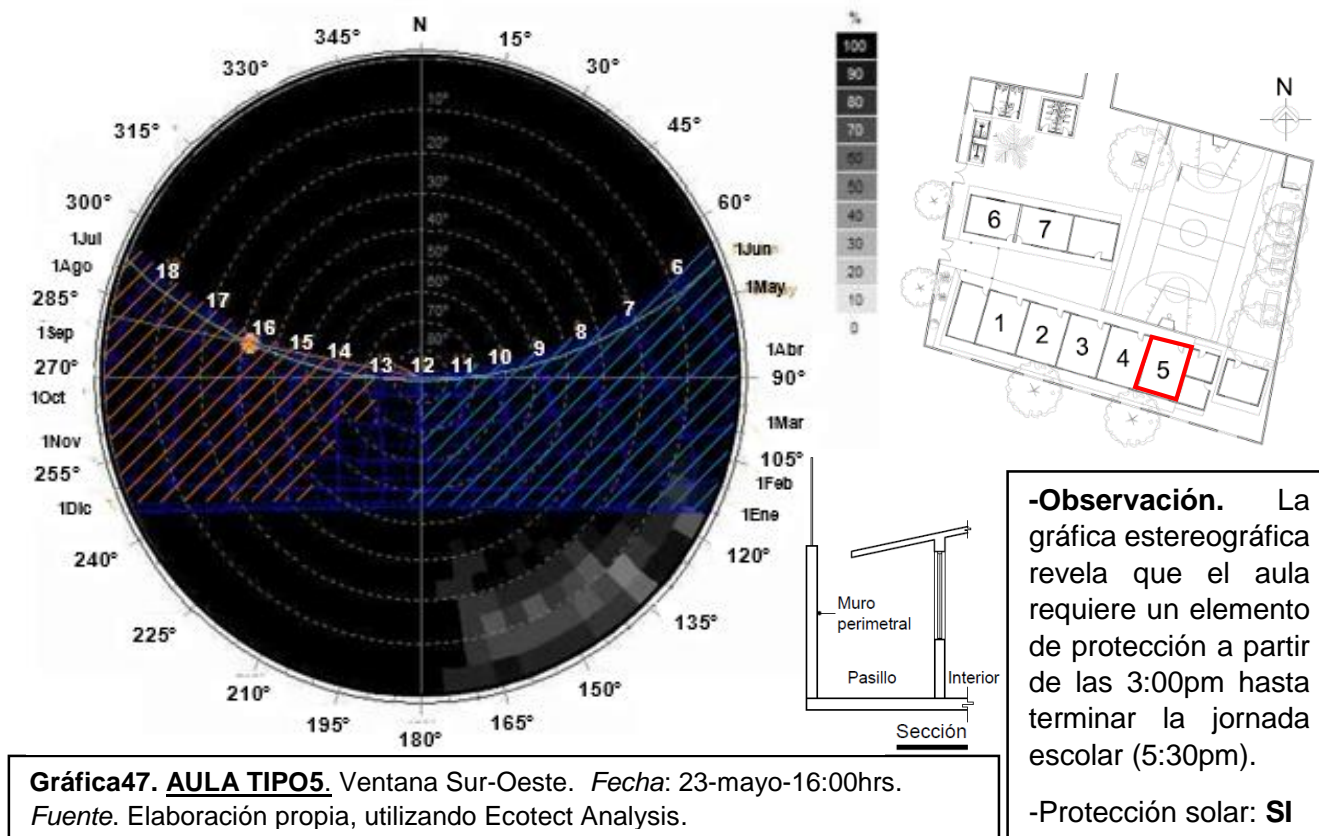
• Proyección solar en las ventanas (Gráfica solar estereográfica)

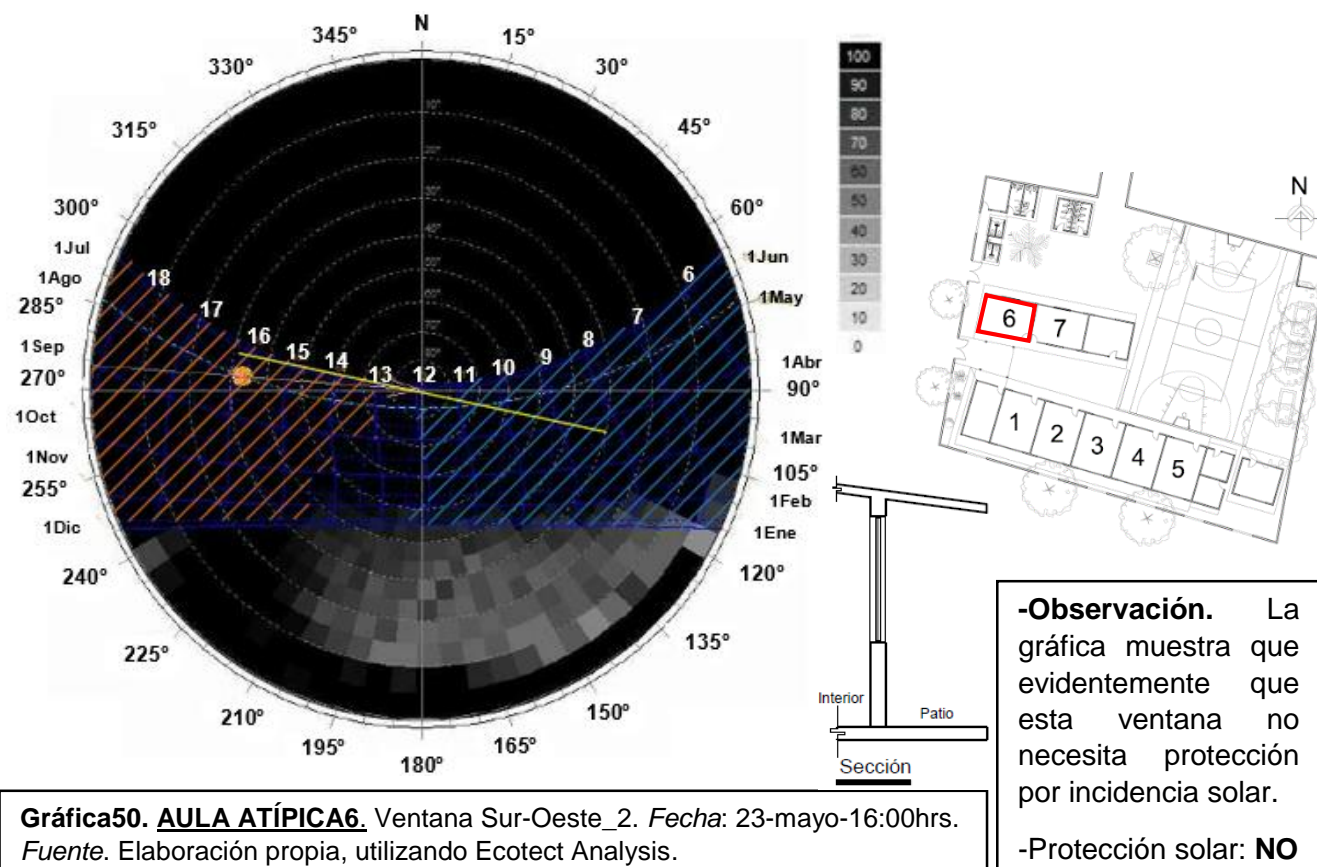
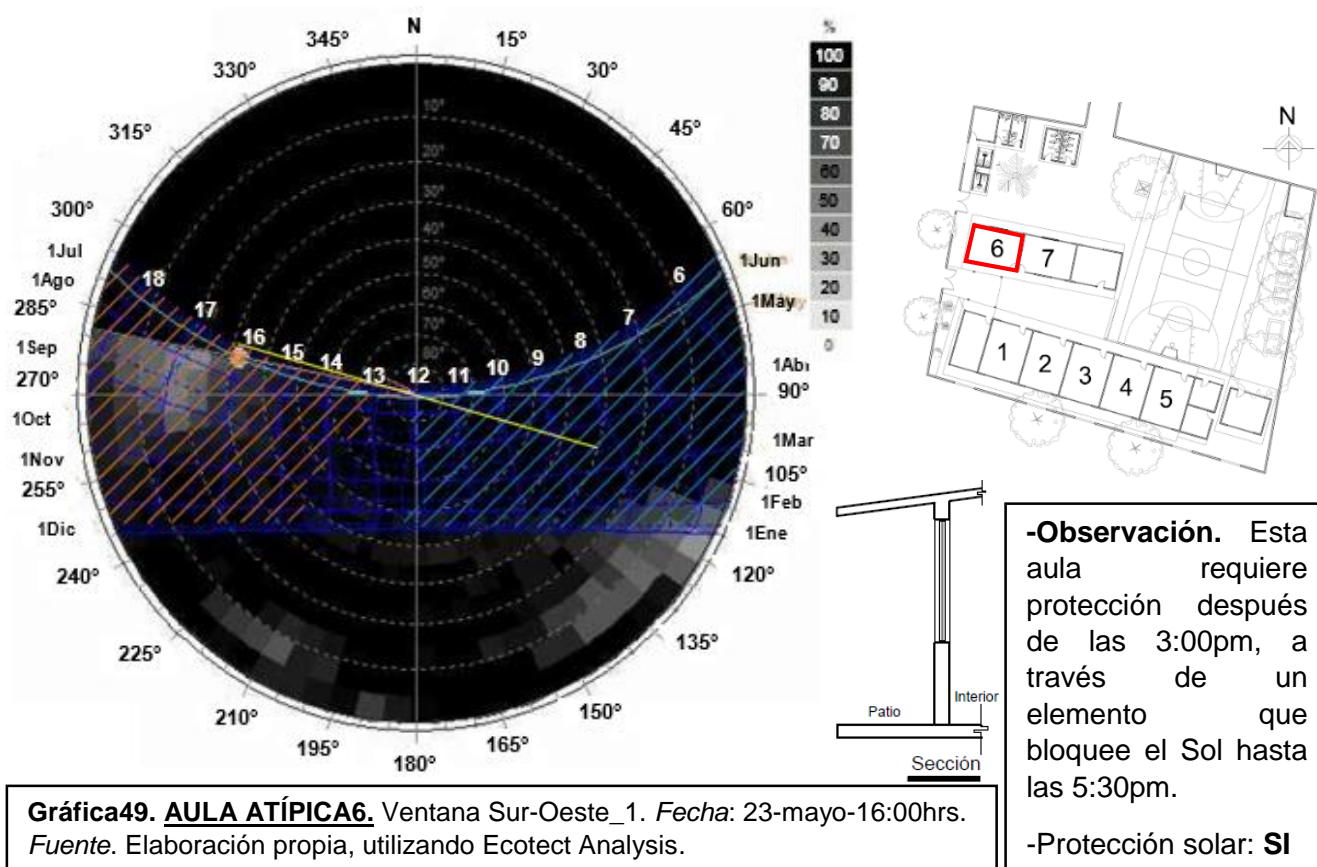


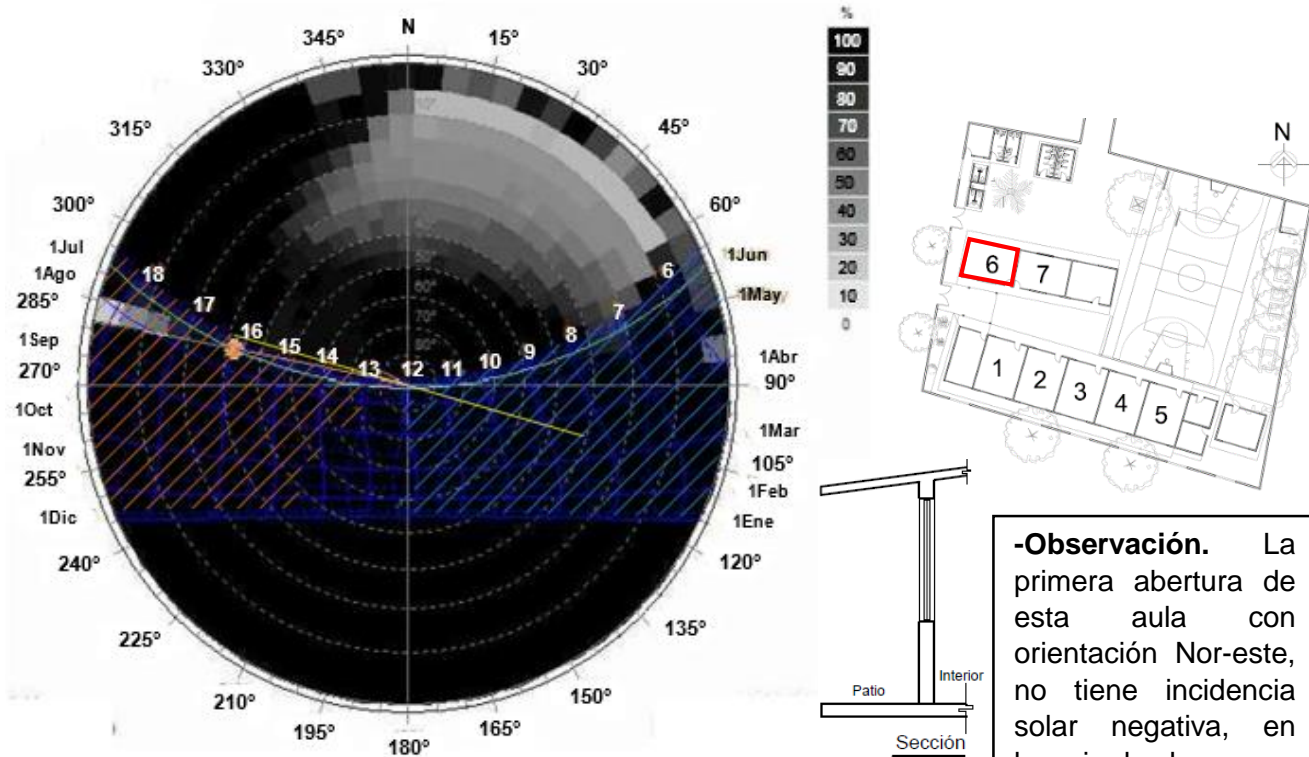








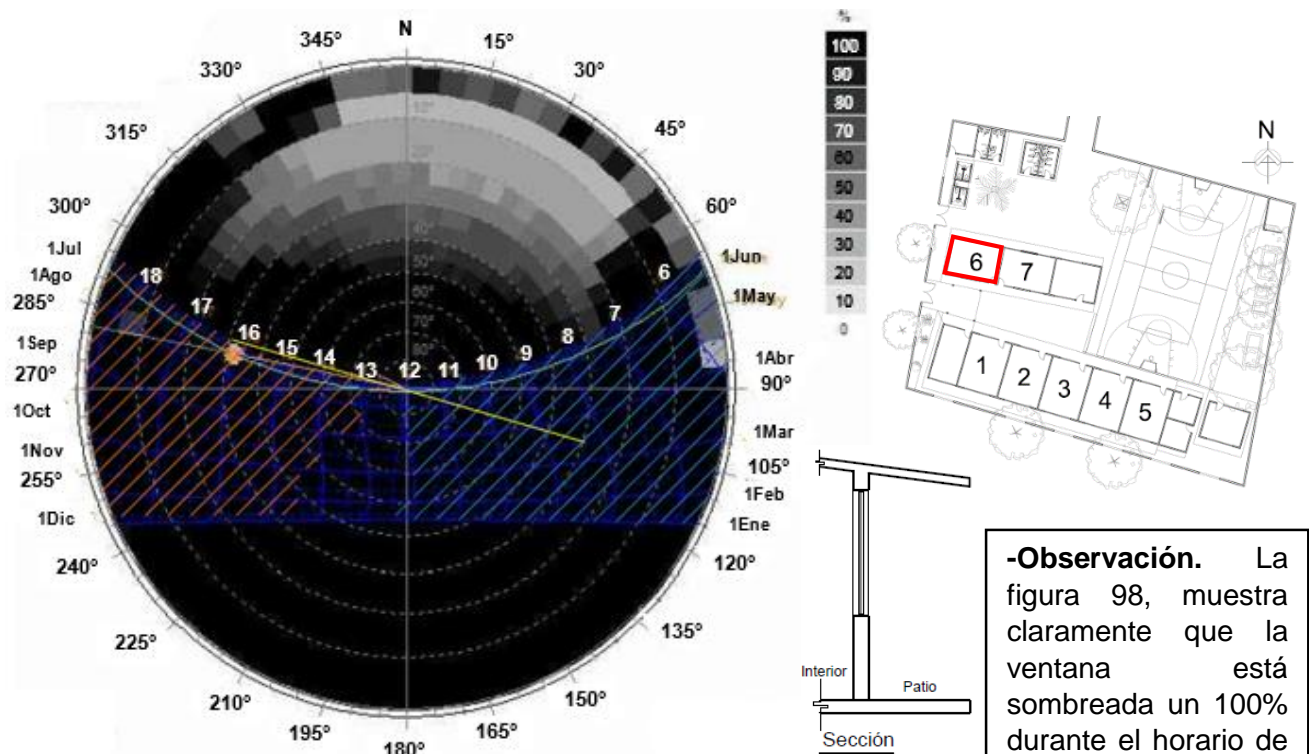




Gráfica 51. AULA ATÍPICA 6. Ventana Nor-Este_1. Fecha: 23-mayo-16:00hrs. Fuente. Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis.

-Observación. La primera abertura de esta aula con orientación Nor-este, no tiene incidencia solar negativa, en horario de clases.

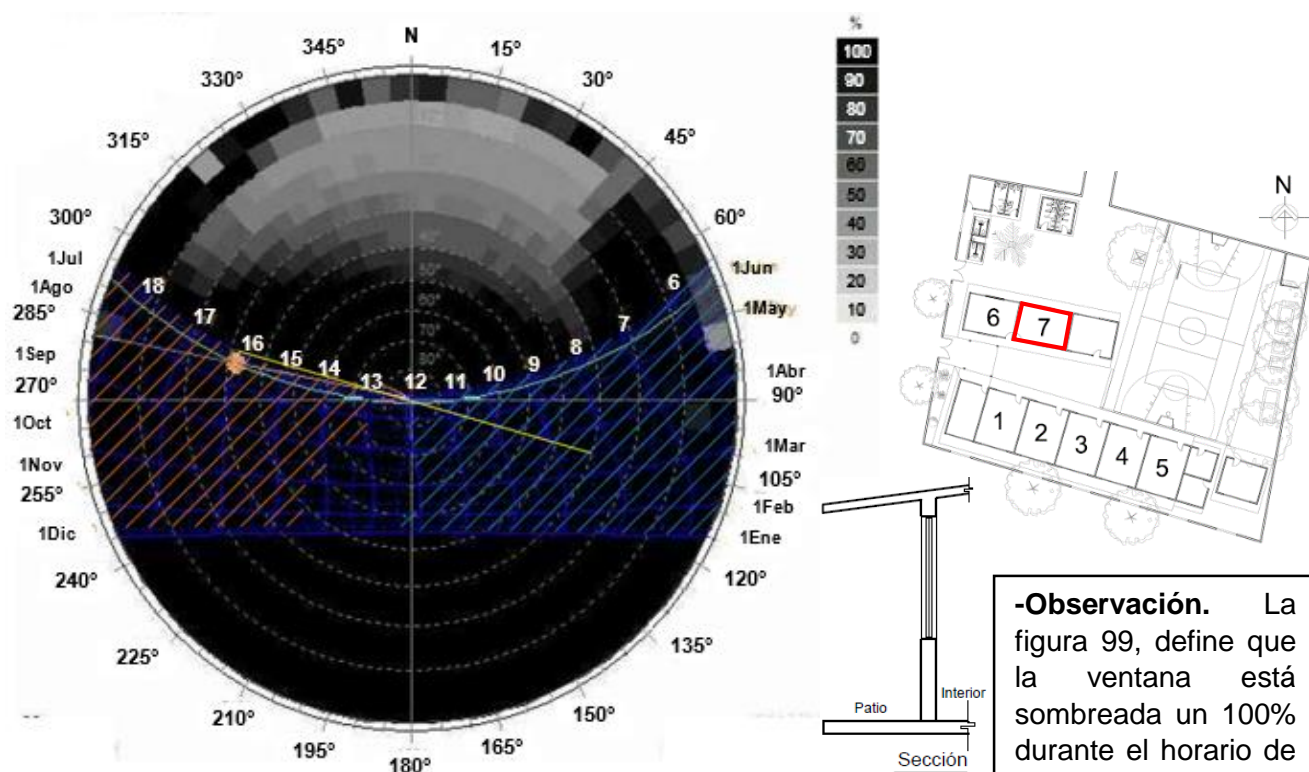
-Protección solar: NO



Gráfica 52. AULA ATÍPICA 6. Ventana Nor-Este_2. Fecha: 23-mayo-16:00hrs. Fuente. Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis.

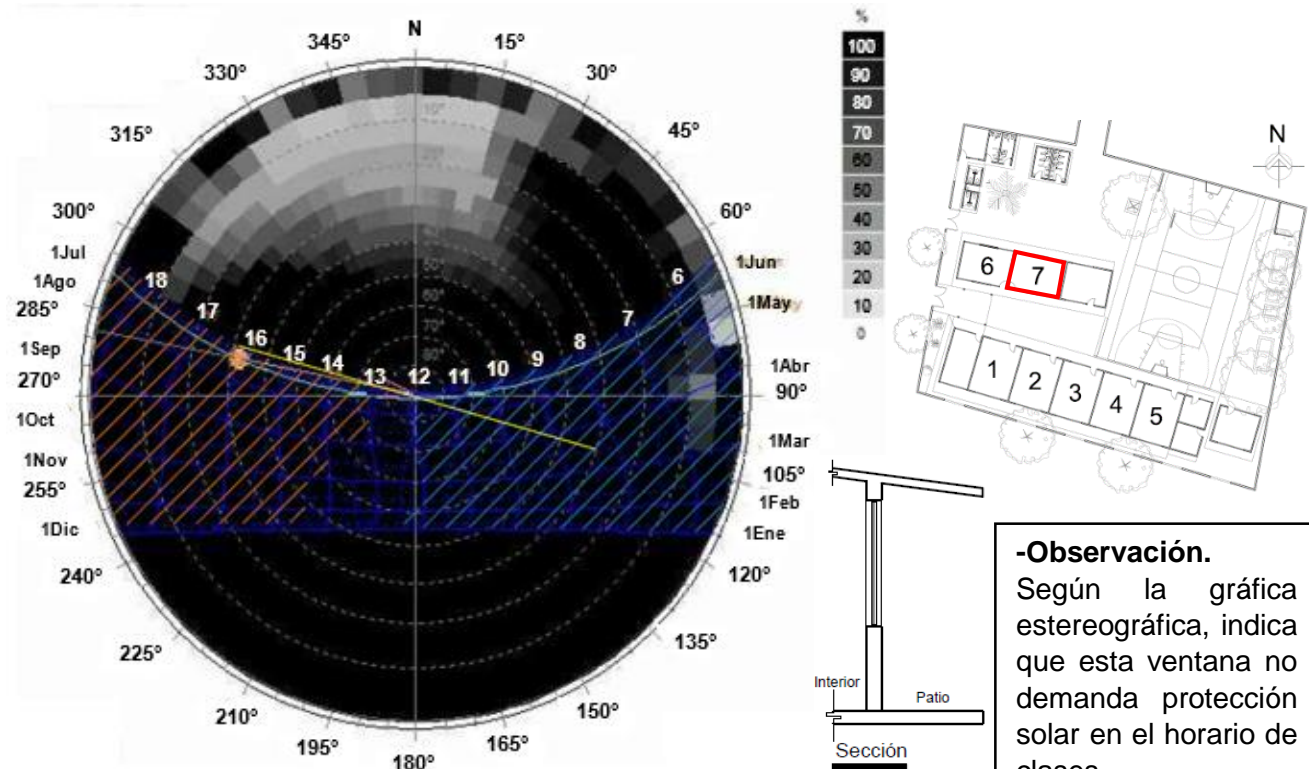
-Observación. La figura 98, muestra claramente que la ventana está sombreada un 100% durante el horario de clases.

-Protección solar: NO



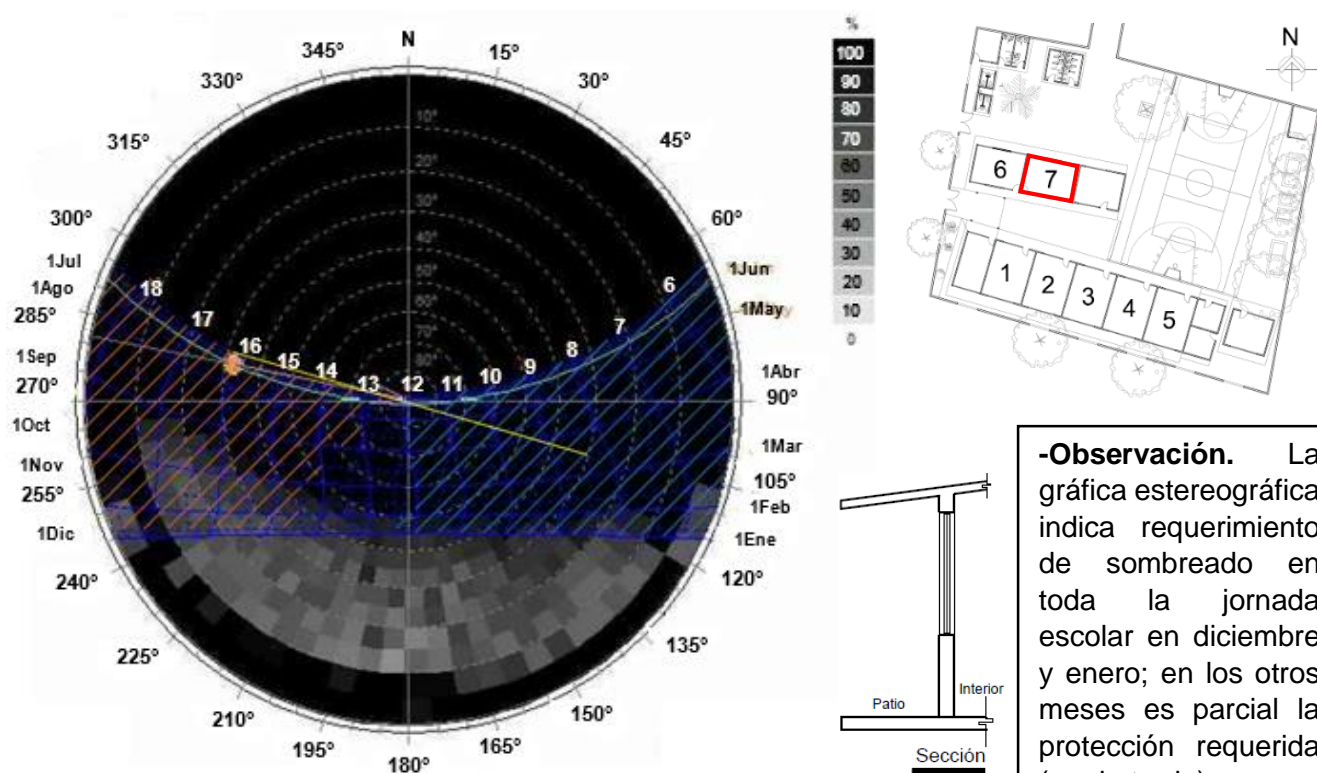
-Observación. La figura 99, define que la ventana está sombreada un 100% durante el horario de clases.

-Protección solar: NO



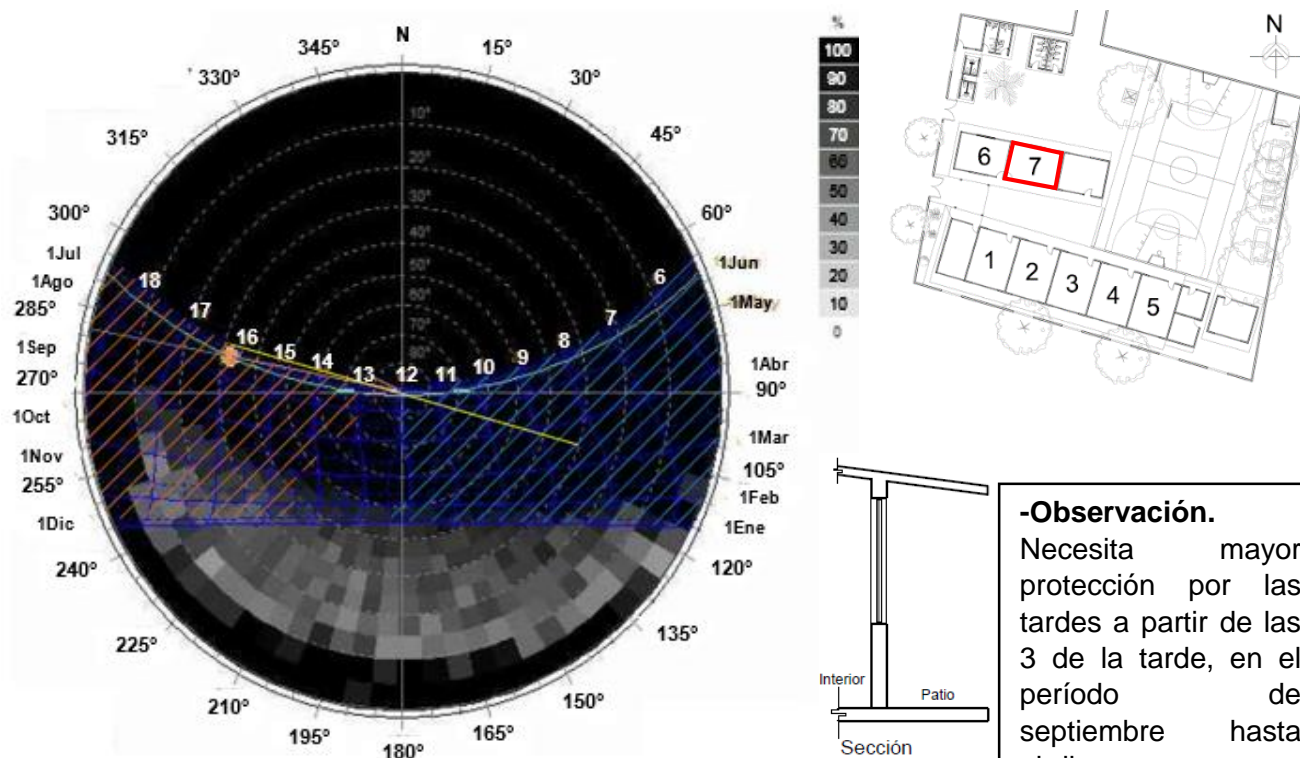
-Observación. Según la gráfica estereográfica, indica que esta ventana no demanda protección solar en el horario de clases.

-Protección solar: NO



-Observación. La gráfica estereográfica indica requerimiento de sombreado en toda la jornada escolar en diciembre y enero; en los otros meses es parcial la protección requerida (por la tarde).

-Protección solar: **SI**



-Observación. Necesita mayor protección por las tardes a partir de las 3 de la tarde, en el período de septiembre hasta abril.

-Protección solar: **SI**

II. ANÁLISIS DE VENTILACIÓN

CFD Analysis

Air Flow Rate

Value Range: 0.00 - 2.00 m/s
(c) ECOTECT v5

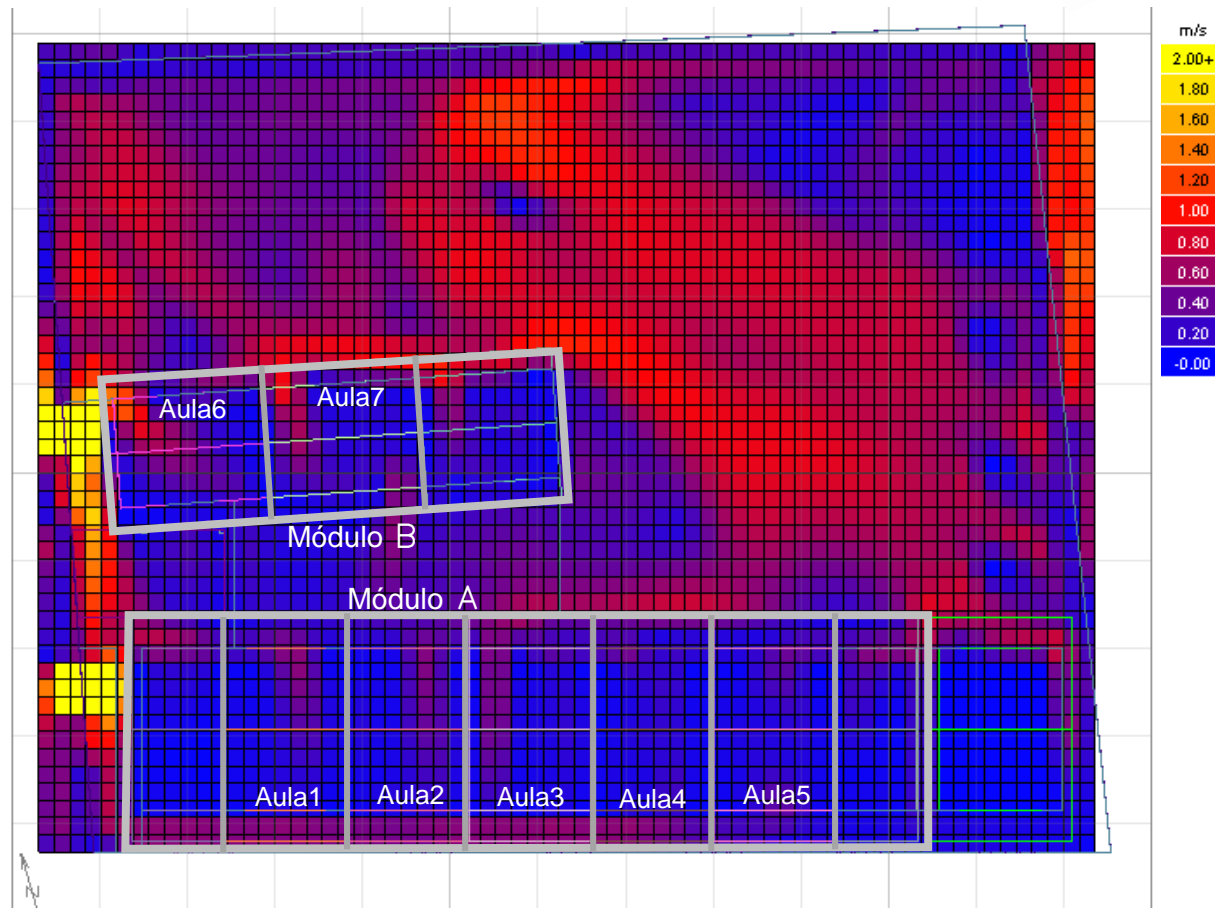


Figura 39. Velocidad del viento.

Dirección de los vientos dominantes: Nor-Oeste.

Fuente. Elaboración propia. utilizando Ecotect Analysis.

La figura 39, indica la velocidad del viento al interior del plantel. Se puede observar que el mayor flujo de viento se encuentra en el patio Este (velocidad 1.20m/s) y en el área de acceso al plantel, con orientación Oeste (velocidad de 2m/s). En relación con estos espacios exteriores, destaca el pasillo entre los dos módulos de aulas, con bajo flujo de viento de 0.00 a 0.60m/s.

Las aulas del módulo A, presentan un índice más bajo de viento con apenas 0.60m/s como máxima. Mientras que el módulo B alcanza hasta 1.00m/s. Sin embargo, no se distribuye en toda el área interior de las aulas.

Se expone el siguiente diagrama que muestra el sentido del viento en cada área del plantel. Permite apreciar que la dirección dominante del viento es Nor-Oeste. Se distribuye en el patio norte y enseguida ingresa al módulo B. Al exterior el viento continúa en el mismo sentido hasta llegar al módulo A, donde cambia de dirección al Suroeste, entrando las aulas hasta topar con el acceso.

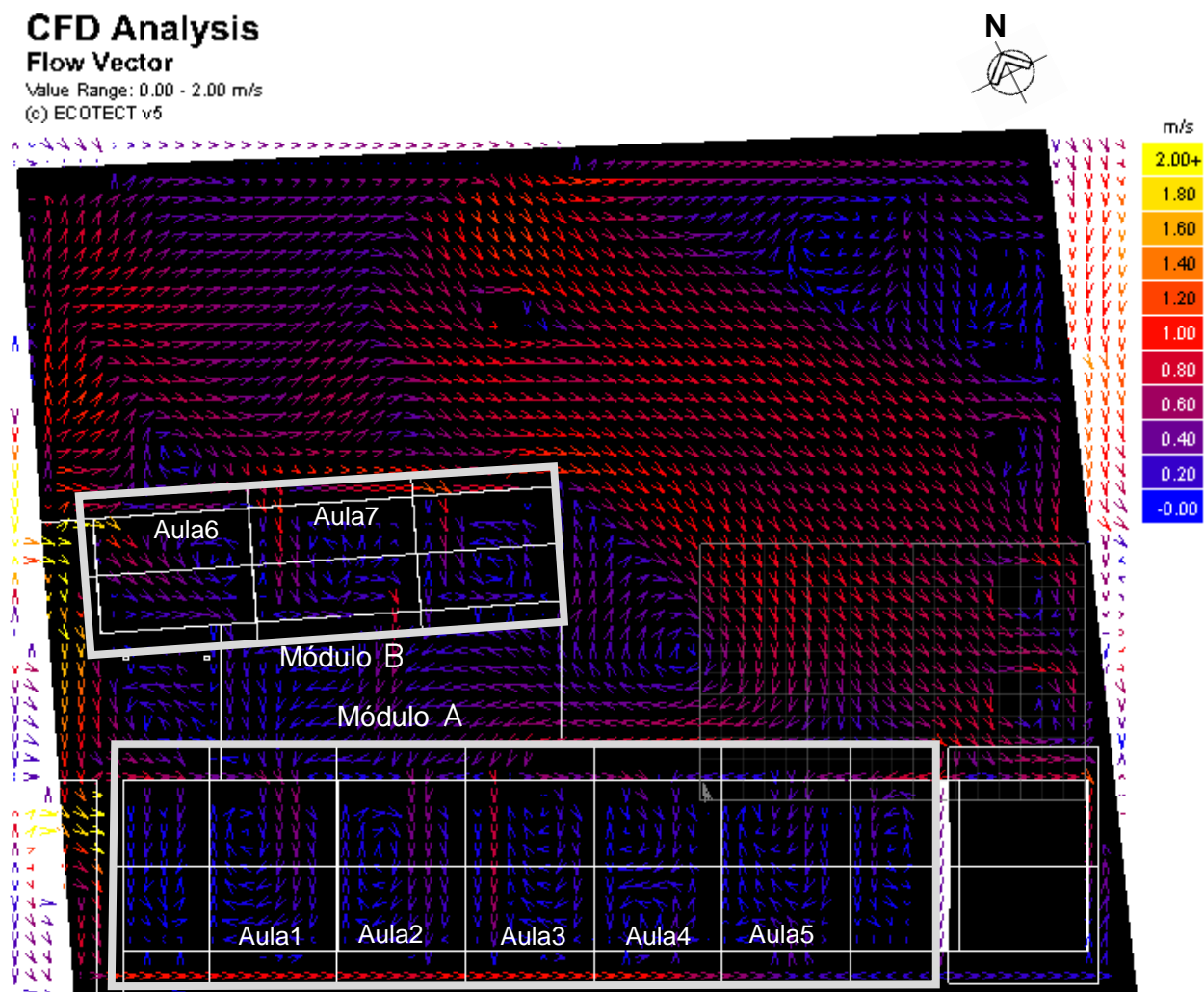


Figura 40. Dirección del viento.
Dirección de los vientos dominantes: Nor-Oeste.
Fuente. Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis.

Es posible observar que en las aulas 1 a 5, el aire entra al salón de clases con sentido norte-sur; distinguiendo que la mayor parte de los flujos dan un giro de retorno al toparse con el muro sur y mínimas ondas de aire logran la ventilación cruzada.

Algo distinto sucede en las aulas 6 y 7, donde se aprecia que la entrada de aire es por el Norte y el flujo continua con su dirección buscando salida al Sur hasta llegar al patio, destacando que permanece la dirección de estos flujos en el exterior.

Se concluye que el comportamiento del viento en las aulas tipo (1-5) y aulas atípicas (6 y 7) varia por su disposición, es decir, en las primeras (tipo) el viento cruza en sentido longitudinal; en cambio, en los salones atípicos (6 y 7) el flujo de aire tiene su trayecto de manera transversal, siendo más corto.

En torno al análisis de viento, Fuentes Freixanet, V. (s/f) en su artículo titulado Confort, menciona lo siguiente: “El movimiento del aire también tiene efectos térmicos en el individuo, aún sin cambiar la temperatura, ya que a través del movimiento del aire se incrementa la disipación de calor permite disipar el calor del organismo”. Por ello, es importante estudiar el comportamiento de los flujos de aire al interior y exterior de un espacio arquitectónico, denotando si es adecuado o no para alcanzar condiciones de confort higrotérmico.

La siguiente tabla presenta los rangos de velocidad del viento en espacios interiores y en relación con la percepción del usuario, según B.H. Evans (1957):

Velocidad m/s	Efecto mecánico	Efecto en el usuario
0.10	Mínimo a nivel doméstico.	Se puede sentir sofocación
0.25	El humo del cigarro indica el movimiento.	Hay movimiento imperceptible excepto a bajas temperaturas del aire.
0.50	Flamear de una vela.	Se siente fresco a temperaturas confortables, pero incómoda a bajas temperaturas.
1.0	Los papeles sueltos pueden moverse, lo que equivale la velocidad al caminar.	Agradable generalmente cuando el clima es confortable o caliente, pero causa una sensación de movimiento patente. Es el nivel máximo aceptable de confort nocturno.

1.5	Demasiado rápido para trabajos de oficina. Se vuelan los papeles.	Incómodo a temperaturas confortables. Límite máximo de confort para actividades interiores.
2.0	Equivale a la velocidad al caminar rápido.	Aceptable sólo en condiciones muy cálidas y húmedas, cuando ningún otro alivio ambiental está disponible.

Tabla 24. Velocidades del viento en espacios interiores y su efecto en los usuarios.
Fuente. Fuentes Freixanet, V. (2004).

A partir de los datos de esta tabla, se realiza más adelante la propuesta de solución de ventilación.

III. ANÁLISIS TÉRMICO

Con el objeto de conocer y analizar las ganancias térmicas de la envolvente de las aulas, en función de sus características de diseño (geometría, materiales, orientación, etc.), se aplicó la norma de Eficiencia energética para edificios no residenciales **NOM-008-ENER-2001**. Tiene por objeto: "...mejorar el diseño térmico de edificios, y lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía." (NOM-008-ENER-2001).

Para alcanzar ese objetivo, el primer paso es realizar el Cálculo de ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado y del edificio de referencia, conceptos definidos por la Norma de la siguiente manera:

1. Edificio proyectado. El edificio que se pretende construir o el ya existente.

2. Edificio de referencia. Es el edificio que conservando la misma orientación, las mismas condiciones de colindancia y las mismas dimensiones en planta y elevación del edificio proyectado, es utilizado para determinar un presupuesto energético máximo.

Para el cálculo de ganancia de calor, se consideraron las características térmicas de la envolvente de un aula tipo de 6x8m. Enseguida se presenta una síntesis de resultados obtenidos a través de la aplicación de la Norma.

1.- DATOS GENERALES
1.1.- Propietario

Nombre	Escuela primaria Domingo Becerra Rubio
Dirección	Diana cazadora núm. 371
Colonia	Miguel Hidalgo
Ciudad	Tepic
Estado	Nayarit
C.P.	63193
Teléfono	(311) 2 11 65 88

1.2.- Ubicación de la Obra

Nombre	Escuela primaria Domingo Becerra Rubio
Dirección	Diana cazadora núm. 371 Col. Miguel Hidalgo
Colonia	Miguel Hidalgo
Ciudad	Tepic
Estado	Nayarit
C.P.	63193
Teléfono	(311) 2 11 65 88

1.3 Unidad de Verificación

Nombre	Arq. Brenda Lucero Sánchez Cisneros		
Dirección	Priférico Sur Manuel Gómez Morín #8585		
Colonia			
Ciudad	Tlaquepaque		
Estado	Jalisco		
C.P.	45604		
Teléfono	311 202 06 15	N° De Registro	

2 VALORES PARA EL CÁLCULO DE LA GANANCIA DE CALOR A TRÁVES DE LA ENVOLVENTE (*)

2.1 Ciudad
 Latitud

2.2 Temperatura equivalente promedio "te" (°C)

a).- Techo

b).- Superficie inferior

c).- Muros

d).- Partes transparentes

	Masivo	Ligero	Tragaluz y domo	
Norte	<input type="text" value="26°"/>	<input type="text" value="31°"/>	Norte	<input type="text" value="23°"/>
Este	<input type="text" value="29°"/>	<input type="text" value="35°"/>	Este	<input type="text" value="24°"/>
Sur	<input type="text" value="27°"/>	<input type="text" value="33°"/>	Sur	<input type="text" value="25°"/>
Oeste	<input type="text" value="27°"/>	<input type="text" value="34°"/>	Oeste	<input type="text" value="25°"/>

2.3 Coeficiente de transferencia de calor "K" del edificio de referencia (W/m²K)

Techo	<input type="text" value="0.391"/>	Muro	<input type="text" value="2.2"/>
Tragaluz y domo	<input type="text" value="5,952"/>	Ventana	<input type="text" value="5,319"/>

2.4 Factor de ganancia de calor solar "FG" (W/m²)

Tragaluz y domo	<input type="text" value="274 w/m²"/>
Norte	<input type="text" value="91 w/m²"/>
Este	<input type="text" value="137 w/m²"/>
Sur	<input type="text" value="118 w/m²"/>
Oeste	<input type="text" value="146 w/m²"/>

2.5 Barrera de vapor

Si ☐ No ☒

2.6 Factor de corrección de sombreado exterior (SE)

Número (**)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Volado simple	Volado simple			
L/H O P/E (***)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
W/H O W/E (***)	<input type="text" value="1.93"/>	<input type="text" value="2.6"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Norte	<input type="text" value="0.7257"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Este/oeste	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sur	<input type="text"/>	<input type="text" value="0.49"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2,2 a 2,5, y del Apéndice A, Tablas 2,3, 4 y 5 según corresponda para el inciso 2.6

** Si las ventanas tienen algún tipo de sombreado se deberá usar una columna para cada tipo.

*** Indicar el tipo de sombreado: 1 volado simple, 2 volado extendido y 3 ventana remetida.

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE LAS PORCIONES DE LA ENVOLVENTE

3.1 Descripción de la porción: Losa inclinada (dos aguas) de concreto armado Número: (***) 1

Componente de la envolvente: ☒ Techo ☐ Pared

Material (***)	Espesor (m) 1	Conductividad Térmica (w/mK) h o λ (****)	M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o λ)]
Convección exterior (*****)	1.0	13	0.0769
Impermeabilizante asfáltico	0.003	0.17	0.0176
Concreto armado	0.1	1.74	0.0575
Mortero cem-are (Interior)	0.02	0.63	0.0317
			
			
			
Convección interior	1.0	6.6	0.1515
Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula M = Σ M]			M 0.3353 m ² K/W
Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k) [Fórmula K = 1/M]			K 2.9824 W/m ² K

* Estos valores se obtienen del Apéndice D.

** Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

*** Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales.

**** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes.

***** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE LAS PORCIONES DE LA ENVOLVENTE

3.2 Descripción de la porción: Muro de tabique rojo recocido Número: (***) 2

Componente de la envolvente: ☐ Techo ☒ Pared

Material (***)	Espesor 1	(m)	Conductividad Térmica (w/mK) h o λ (****)	M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o λ)]
Convección exterior (****)	1.0		13	0.0769
Mortero cem-are (Exterior)	0.02		0.63	0.0317
Tabique rojo recocido	0.14		0.872	0.1606
Mortero cem-are (Interior)	0.02		0.63	0.0317
<div style="border: 1px solid black; height: 15px;"></div>				
<div style="border: 1px solid black; height: 15px;"></div>				
<div style="border: 1px solid black; height: 15px;"></div>				
Convección interior	1.0		8.1	0.1235
Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula M = ∑ M]				M 0.4244 m ² K/W
Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k) [Fórmula K = 1/M]				K 2.3561 W/m ² K

* Estos valores se obtienen del Apéndice D.

** Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

*** Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales.

**** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes.

***** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ , calculados de acuerdo al apéndice "B".

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE LAS PORCIONES DE LA ENVOLVENTE

3.3 Descripción de la porción: Número: (***)

Componente de la envolvente: ☐ Techo ☒ Pared

Material (***)	Espesor 1 (m)	Conductividad Térmica (w/mK) h o λ (****)	M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o λ)]
Convección exterior (****)	1.0	<input type="text" value="13"/>	<input type="text" value="0.0769"/>
<input type="text" value="Lámina de acero"/>	<input type="text" value="0.03"/>	<input type="text" value="52.3"/>	<input type="text" value="0.0006"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Convección interior	1.0	<input type="text" value="8.1"/>	<input type="text" value="0.1235"/>

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior **M**
m² K/W

[Fórmula **M**= Σ M]

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k) **K**
W/m²K

[Fórmula **K**= 1/M]

* Estos valores se obtienen del Apéndice D.

** Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

*** Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales.

**** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes.

***** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ, calculados de acuerdo al apéndice "B".

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE LAS PORCIONES DE LA ENVOLVENTE

3.4 Descripción de la porción: Número: (***)

Componente de la envolvente: ☐ Techo ☒ Pared

Material (***)	Espesor 1 (m)	Conductividad Térmica (w/mK) h o λ (****)	M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o λ)]
Convección exterior (*****)	1.0	<input type="text" value="13"/>	<input type="text" value="0.0769"/>
<input type="text" value="Vidrio claro 6mm"/>	<input type="text" value="0.006"/>	<input type="text" value="0.93"/>	<input type="text" value="0.0065"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Convección interior	1.0	<input type="text" value="8.1"/>	<input type="text" value="0.1235"/>
Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula $M = \sum M$]			M <input type="text" value="0.2068"/> m ² K/W
Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (k) [Fórmula $K = 1/M$]			K <input type="text" value="4.8349"/> W/m ² K

* Estos valores se obtienen del Apéndice D.

** Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

*** Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales.

**** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes.

***** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ, calculados de acuerdo al apéndice "B".

4. CÁLCULO COMPARTIDO DE LA GANANCIA DE CALOR (CONTINUACIÓN)

4.1 Edificio de Referencia

4.1.1 Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de transferencia de Calor (W/m2K) [k]	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Fracción de la componente [F]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Temperatura Interior (°C) [ti]	Ganancia por Conducción $\Phi_{pc}(****)$ [KxAxFx(te-ti)]
					Subtotal[1]	
					Subtotal[2]	
					Subtotal[3]	
1. Techo	0.3910	68.77	0.95	39	25	358
2. Tragaluz y domo	5.9520		0.05	23	25	-41
4.2 Muro Norte	2.2000	16.91	0.6	26	25	22
5.2 Ventana Norte	5.3190		0.4	24	25	-36
4.4 Muro Sur	2.2000	16.91	0.6	27	25	45
5. 4 Ventana Sur	5.3190		0.4	25	25	0
4. 3 Muro Este	2.2000	24.59	1	29	25	216
4. 5 Muro Oeste	2.2000	24.59	1	27	25	108
TOTAL (Φ_{rc})						672.27

4.1.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\phi_{rsi} = \sum_{i=1}^5 [A_{r_i} \times C_{s_{r_i}} \times F_{G_i}]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente de sombreado (CS)	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Fracción de la componente [F]	Ganancia de calor (W/m2) [FG]	Ganancia por radiación $\phi_{rsi} (*)$ [CS x A x F x GF]
2. Tragaluz y domo	0.85	68.77	0.05	274	800.82665
5.2 Ventana norte	1.0	16.91	0.4	91	615.524
5.4 Ventana sur	1.0	16.91	0.4	118	798.152
Subtotal(*****) []					1,413.68
Total(Suma todas las Φ_{rsi})					1,413.68

4. CÁLCULO COMPARTIDO DE LA GANANCIA DE CALOR (CONTINUACIÓN)

4.2 Edificio Proyectado

4.2.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)		Área (m ²) [A]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Temperatura Interior (°C)[t]	Ganancia por Conducción $\Phi_{pc}^{(****)}$ [KxAx(te-t)]
	Numero de la porción (**)	Valor de calculo (W/m ² K)(***)				
					Subtotal[1]	
					Subtotal[2]	
					Subtotal[3]	
1. Techo	1	2.9824	68.77	39	25	2,871
4. 2 Muro Norte	2	2.3561	10.06	26	25	24
5.2 Ventana Norte	4	4.8349	4.75	24	25	-23
7.2 Puerta Norte	3	4.9763	2.1	31	25	63
4.4 Muro Sur	2	2.3561	11.06	27	25	52
5.4 Ventana Sur	4	4.8349	5.85	25	25	0
4.3 Muro Este	2	2.3561	24.59	29	25	232
4.5 Muro Oeste	2	2.3561	24.59	27	25	116
Subtotal(****) []						3,334.58
Total(Suma todas las Φ_{pc})						3,334.58

* Abreviar considerando tipo : 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación:1 techo. 2 norte, 3este, 4sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo 4.2 corresponde a un muro en la orientación norte.

**Numero consecutivo asignado en el inciso 3.1

***Valor obtenido en el inciso 3

****Si valores son negativos significan una bonificación, por lo que deben sumar algebraicamente.

*****Cuando el numero de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primer hoja, y así sucesivamente

4. CÁLCULO COMPARTIDO DE LA GANANCIA DE CALOR (CONTINUACIÓN)

4.2.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\phi_{psi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} \times CS_j \times F_{Gi} \times Se_{ij}]$$

Tipo y orientación de la porción de la de la envolvente (*)	Material (**)	Coefficiente de sombreado [CS] (***)	Área (m2) [A]	Ganancia de calor (W/m2) [FG]	Fracción sombreado exterior [SE] (****)		Ganancia por radiación ϕ_{rsi} (*)
				Numero Valor		[CSxAxFxFG]	
5.2 Ventana Norte	Vidrio claro 6mm	0.95	4.75	91	1	0.73	297.9996
5.4 Ventana Sur	Vidrio claro 6mm	0.95	5.85	118	1	0.49	321.3347
TOTAL(Suma todas las Φ_{ps})							619.3343

* Abreviar considerando tipo : 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación:1 techo.

2 norte, 3este, 4sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo 3.5 corresponde a una ventana en la

** Especifique la característica del material. Por ejemplo claro, entintado, etc.

*** Dato proporcionado por el fabricante

**** Si la ventana tiene sombreado el número y el "SE" se obtiene del inciso 2.6, y si la ventana no tiene sombreado, se deja en blanco el espacio para el número y el "SE" es 1.0

5.-RESUMEN DE CÁLCULO

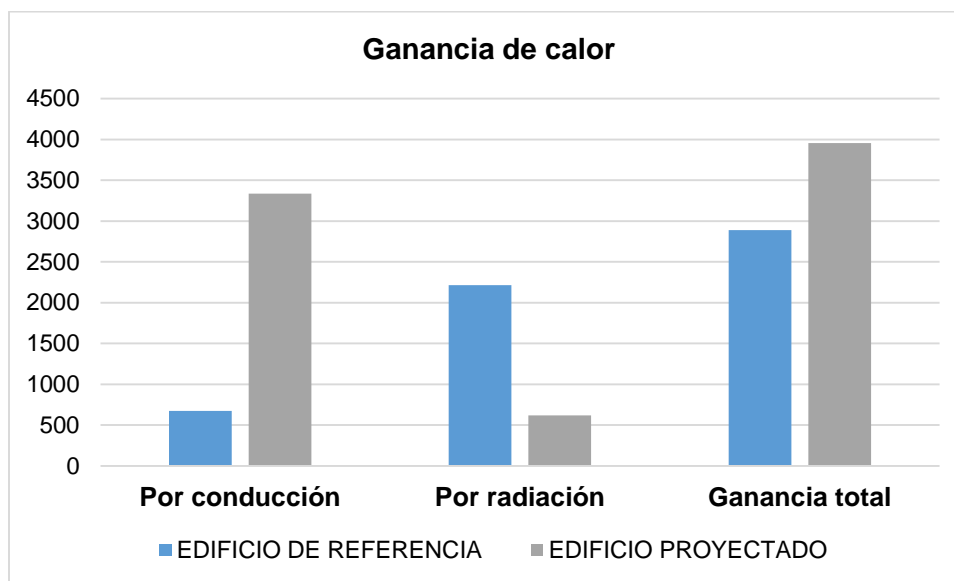
5.1 Presupuesto energético

		Ganancia por Conducción (W)		Ganancia por Radiación (W)		Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
REFERENCIA	(Φ_{rc})	672.27	(Φ_{rs})	2214.5	(Φ_r)	2886.77
PROYECTADO	(Φ_{pc})	3,334.58	(Φ_{ps})	619.3343	(Φ_p)	3,953.91

5.2 Cumplimiento

Si ($\Phi_r > \Phi_p$) No ($\Phi_r < \Phi_p$) ☒

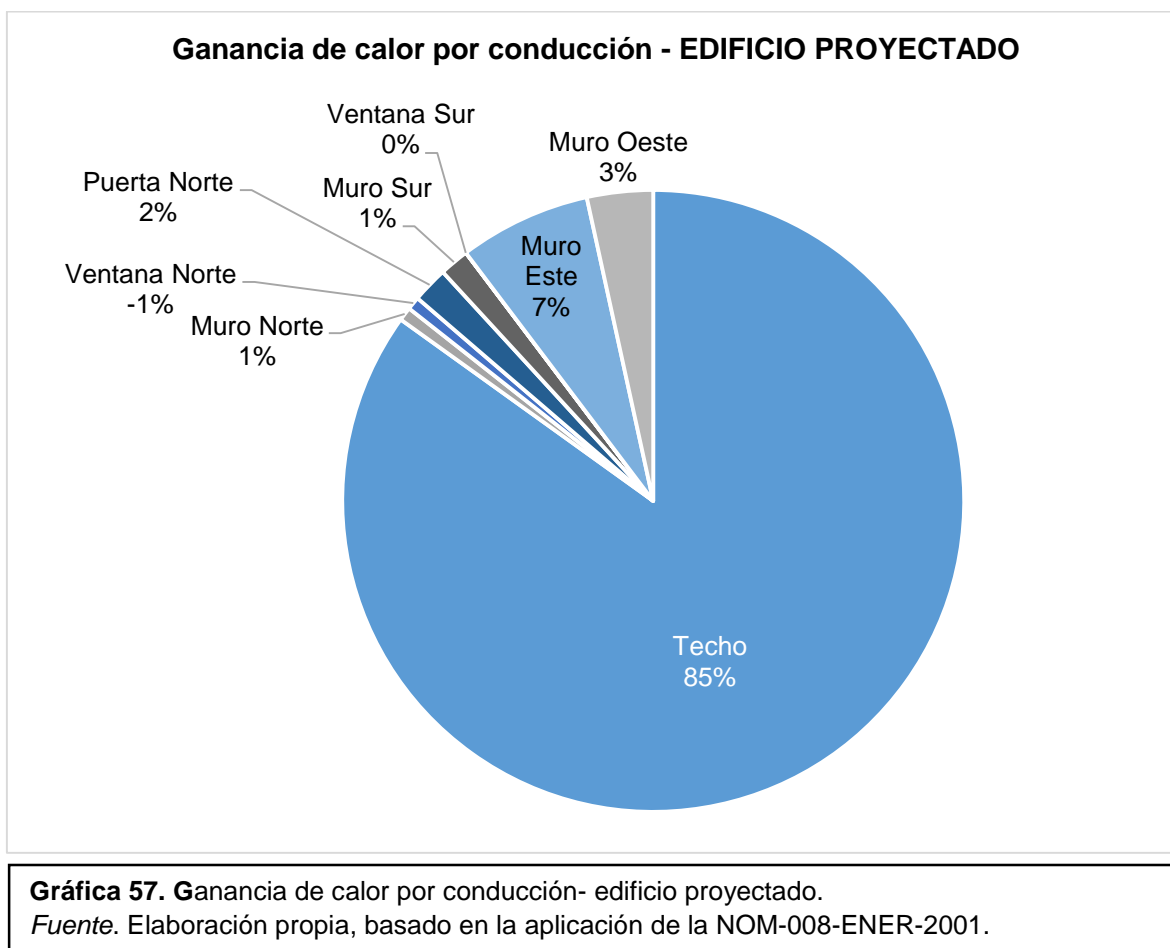
Tabla 25. Resumen de cálculo de ganancias de calor de la envolvente de un Aula tipo.
Fuente. Elaboración propia, basado en la aplicación de la NOM-008-ENER-2001.



Gráfica 56. Resumen de cálculo de ganancias de calor de la envolvente de un Aula tipo.

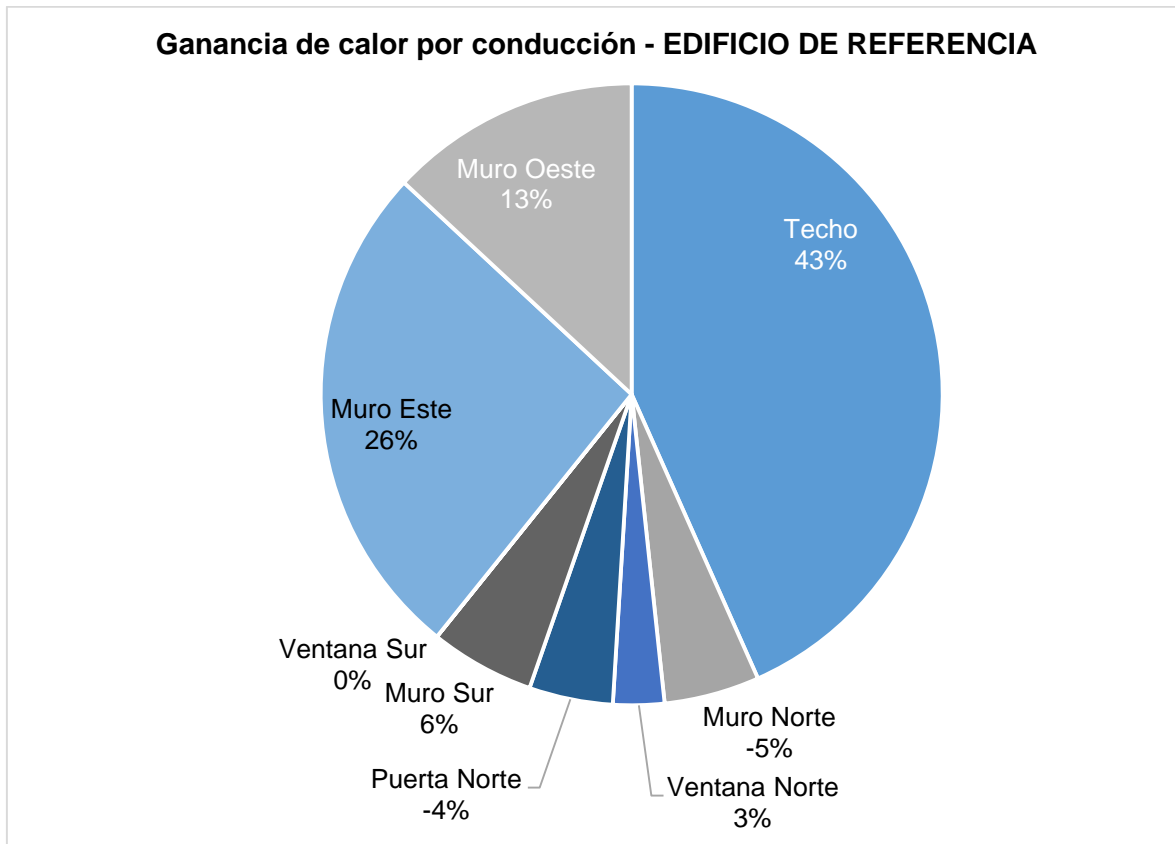
Fuente. Elaboración propia, basado en la aplicación de la NOM-008-ENER-

El gráfico y la tabla anterior, muestran claramente la diferencia en los valores de transferencia de calor. Por conducción, el edificio proyectado es cinco veces mayor que el de referencia; en cambio en la ganancia por radiación el panorama cambia, siendo el edificio de referencia el de mayor valor. Esto responde a las características del aula actual, es decir, las partes transparentes (ventanas) se encuentran protegidas por un volado que bloquea la radiación solar; mientras las partes opacas conducen mayor calor al interior del salón de clases.



Esta gráfica, muestra que la parte de la envolvente que más gana calor es la cubierta, debido al espesor de las capas que lo conforman y los valores de conductividad térmica, así como la exposición directa al Sol durante todo el día. De tal manera, que una reestructuración de estas capas modificaría los aportes térmicos por conducción.

De forma comparativa, se presentan los porcentajes de transferencia de calor por conducción del edificio de referencia.



Gráfica 58. Ganancia de calor por conducción- edificio de referencia.

Fuente. Elaboración propia, basado en la aplicación de la NOM-008-ENER-2001.

Se observa, de igual manera que el techo es la parte opaca con mayor ganancia por conducción, en relación al total le corresponde el 43% (358W), mientras que en el edificio proyectado es el 85% (2,871W).

4.2 DISEÑO APLICATIVO DE LA SOLUCIÓN

En el apartado anterior definido como análisis del sitio, usuario y edificio, dio las pautas para desarrollar soluciones de adecuación bioclimática, con el objeto de lograr condiciones térmicas confortables. Desde una perspectiva sustentable, se definen los criterios que rigen el planteamiento de solución térmica para los salones de clases de educación pública.

- Estrategias de adecuación bioclimática de baja complejidad.
- Soluciones que no afecten la estructura de la edificación.
- Máxima aproximación a condiciones de confort térmico, con la mínima intervención.
- Planteamiento de adecuaciones reales, que puedan ser aplicables de acuerdo a las circunstancias actuales.
- Propiedades térmicas de los materiales.
- Optar por materiales y recursos locales.
- Minimizar el impacto al medio ambiente.
- Reutilización de materiales.
- Ahorro de costos mediante el uso de materiales y sistemas que hacen más eficiente su construcción, operación y mantenimiento.
- Evitar en lo posible mano de obra especializada.
- Integración y participación de los padres de familia, docentes y alumnos, en la construcción y mantenimiento de los sistemas de solución.
- Buscar la modulación de las propuestas para facilitar la instalación y reemplazo de los materiales, sin tener que sustituir el sistema completo.
- Baja inversión inicial.

4.2.1 PROTECCIÓN SOLAR

El uso de dispositivos de control solar como solución al problema arquitectónico, que surge del exceso de radiación en los edificios, es un recurso del diseño bioclimático que impacta en forma relevante las condiciones de confort en el interior de las edificaciones; también están vinculados a los consumos energéticos para con el acondicionamiento térmico. *(Rodríguez Viqueira, M. et al., 2005:74).*

4.2.1.1 ESTRATEGIA: TECHO ESCUDO

En el apartado anterior, se mostró el comportamiento térmico de la envolvente a través de la aplicación de la NOM-008-ENER-2001. Resaltando que la cubierta es la que presenta

mayor ganancia solar por conducción con un 85%. Bajo este resultado, se propone la siguiente estrategia:

Techo escudo. Doble techumbre con el espacio interior o cámara de aire ventilada. Tiene por objeto sombrear la totalidad de la techumbre y así evitar la ganancia térmica por radiación solar. (Rodríguez Viqueira, M. et al., 2005:74).

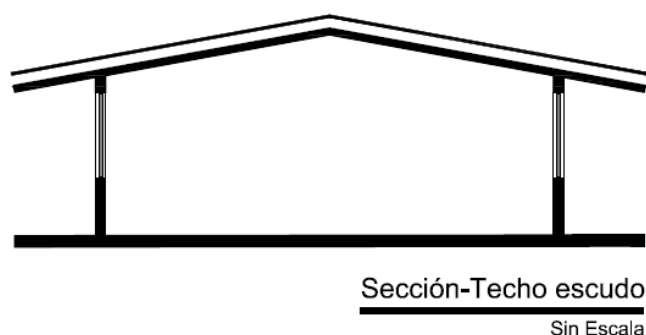


Figura 41. Sección-Techo escudo
Fuente. Elaboración propia.

Parte de la envolvente: Cubierta.

Descripción (actual): Cubierta a dos aguas con pendiente del 10%. Losa llena de concreto armado 10cm de espesor, y un impermeabilizante prefabricado a base de multicapa y asfalto modificado (color rojo).

Descripción de la estrategia. La losa es la parte de la envolvente que presenta mayor ganancia térmica. Para reducir esta ganancia, se propone la generación de una cámara de aire entre la losa y un revestimiento independiente. De esta manera los rayos del Sol no inciden de forma directa sobre todo el techo y permite circulación de aire por la cámara, de tal manera, exista un cambio de energía como se muestra enseguida:



PROPUESTA DE MATERIALES

- I. **MALLA SOMBRA.** De acuerdo al principio *techo escudo* y de acuerdo a las características de la malla sombra se propone lo siguiente: teniendo como base la losa armada de concreto existente, se desplanta una estructura ligera a base de polines monten de 15cm de alto, que permite generar la cámara de aire buscada; para después recibir la protección de la malla sombra que bloquee la incidencia solar directa al techo actual. Enseguida se muestra el detalle de la propuesta:

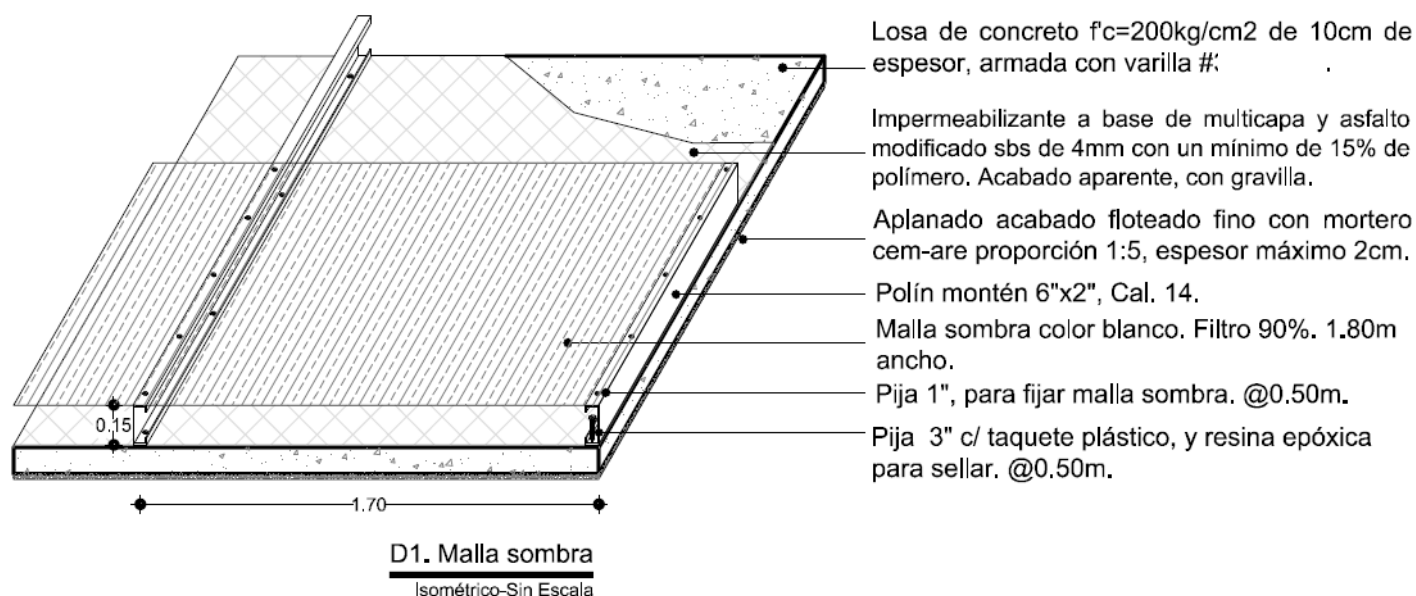


Figura 42. Detalle 1. Techo escudo-Malla sombra (Isométrico).

Fuente. Elaboración propia.

Modulación. Considerando las características y dimensiones, tanto de los materiales como de las aulas tipo, se ha realizado la siguiente modulación. Con el objeto de disminuir los cortes y uniones de los materiales. De tal manera, sea más práctica su instalación y se reduzca el desperdicio. Se tiene en cuenta lo siguiente:

	Unidad	Ancho
Malla sombra (Filtro 90%)	ml	1.80m
	Unidad	Largo
Polín monten 6x2", Cal. 14	pza	6m

	Ancho	Largo
Cubierta - Aula tipo	6	11.2

De acuerdo al ancho de la malla sombra (1.80m), se ubicaron los polines. Se encuentran a cada 1.70m, lo que permite hacer un doblez y dar rigidez en la fijación de la malla, evitando el desgarre por el movimiento que provoque el viento. Como se observa en esta figura, al centro se complementa el resto del área de un aula con la otra, 0.90m respectivamente, coincidiendo con el ancho de la malla sombra.

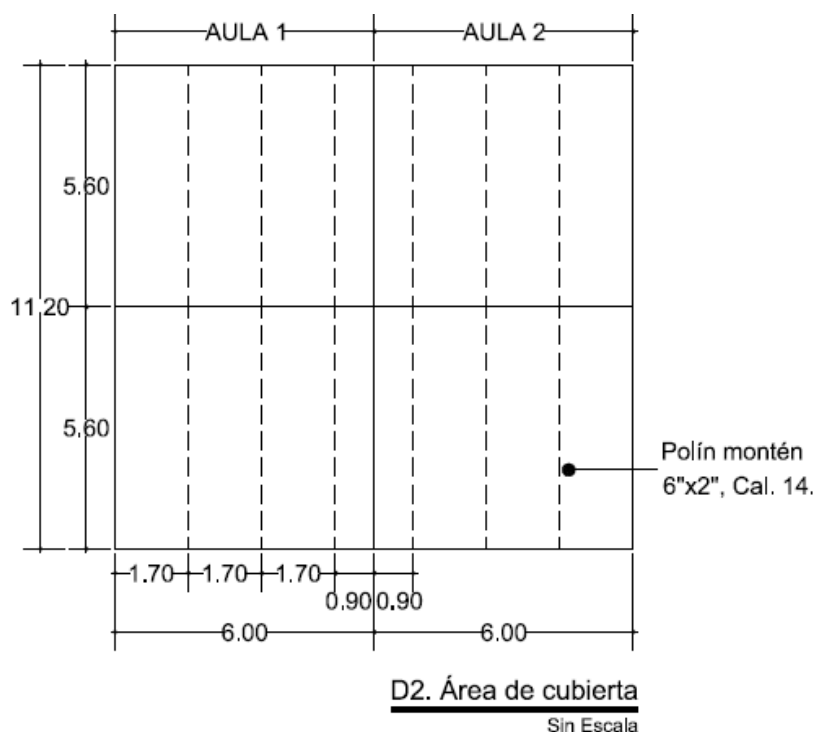


Figura 42. Detalle 2. Malla sombra-Área de cubierta (Modulación).
Fuente. Elaboración propia.

ESTRATEGIA: TECHO ESCUDO - Malla sombra		
Características	Unidad	ml
	Ancho	1.80m
	Peso	150 g/m ²
	Conductividad λ (W/mK)	0.5
	Color	Arena
	Vida útil	5 años
Material base	Lugar de fabricación	Guadalajara, Jalisco
	Lugar disponible	Tepic, Nayarit
	Costo unitario	\$90.00
	Cantidad requerida (ml)	39.5
	Subtotal	\$3,555.00
Fijación	Estructura ligera	Polín monten 6"x2"x6m
	Fijación	Pija c/taquete
	Costo	\$410.00
	Cantidad requerida	8
	Subtotal	\$3,280.00
	Mantenimiento/protección	No requiere
	Costo estimado x aula	\$6,835.00

Tabla 26. Estrategia: Techo escudo – Malla sombra
Fuente. Elaboración propia, con datos del

De manera general, se presentan las características del material. Así como, un acercamiento al presupuesto económico de la estrategia.

Bajo estos parámetros, se procede a la aplicación de la NOM-008-ENER-2001, para comparar el estado actual de la envolvente, con el comportamiento térmico de una doble cubierta con la primera propuesta de material: malla sombra. Enseguida se presentan la síntesis de los resultados:

5. RESUMEN DE CÁLCULO - TECHO ESCUDO: Malla sombra			
5.1 Presupuesto energético			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$
Referencia	(Φ_{rc}) 672.27	(Φ_{rs}) 2214.5	(Φ_r) 2886.77
Proyectado	(Φ_{pc}) 626.63	(Φ_{ps}) 619.3343	(Φ_p) 1,245.96
5.2 Cumplimiento			
	Si $(\Phi_r > \Phi_p)$ X	No $(\Phi_r < \Phi_p)$	
Tabla 27. Resumen de cálculo – Techo escudo: Malla sombra. <i>Fuente.</i> Propia, basado en la aplicación de la NOM-008-ENER-2001.			

El resultado, muestra que sí se cumple con los requerimientos de la norma. Destacando que existen una diferencia de 1,641 Watts en la ganancia total, entre el edificio de referencia y el proyectado. Es decir, alcanza un ahorro de energía del 56.8%.

Reduciendo considerablemente la ganancia de calor por conducción hasta 626.63 Watts, mientras que en el estado actual se calculó un valor de 3,334.58 Watts.

II. TARIMA DE MADERA (Pallets). Bajo el mismo principio de techo escudo, se considera la reutilización de pallets para generar la cámara de aire requerida, para disminuir la ganancia de calor a través de la cubierta. Como se observa en la siguiente figura, las tarimas de madera se encuentran ubicadas directamente sobre la losa de concreto actual. Debido a su geometría no requiere una estructura previa.

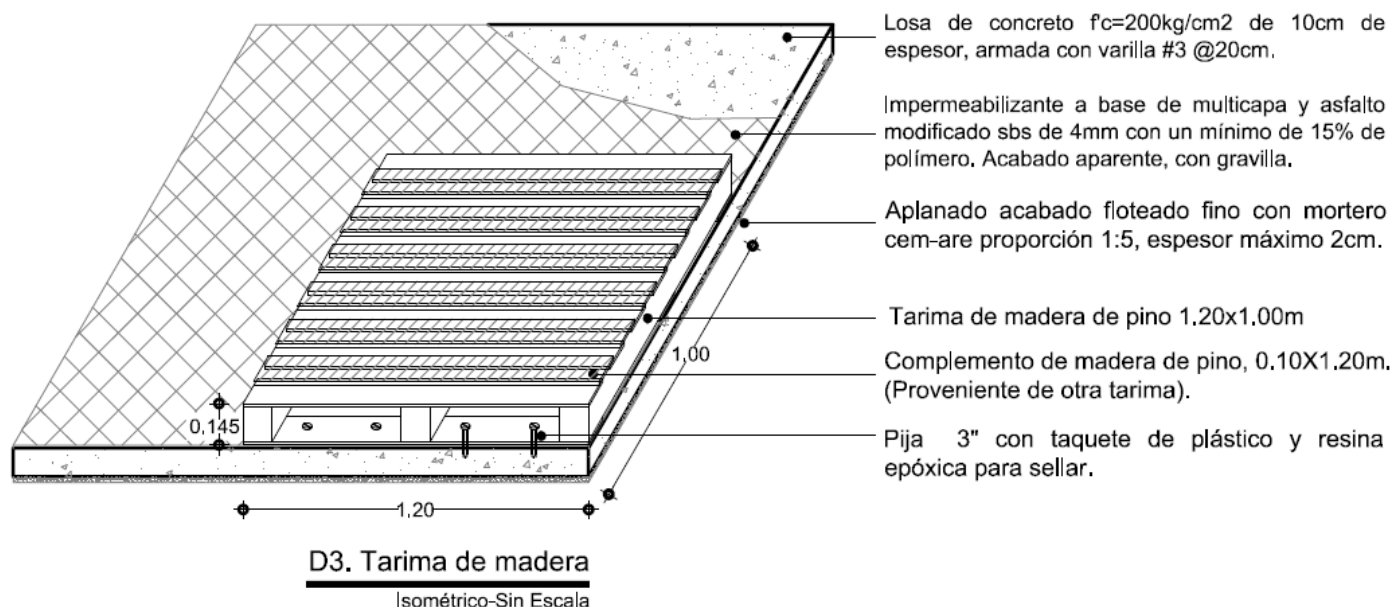


Figura 43. Detalle 3. Techo escudo-Tarima de madera (Isométrico).

Fuente. Elaboración propia.

Para sombrear toda el área, es necesario complementar una tarima con las fajas de otra como se muestra a continuación:

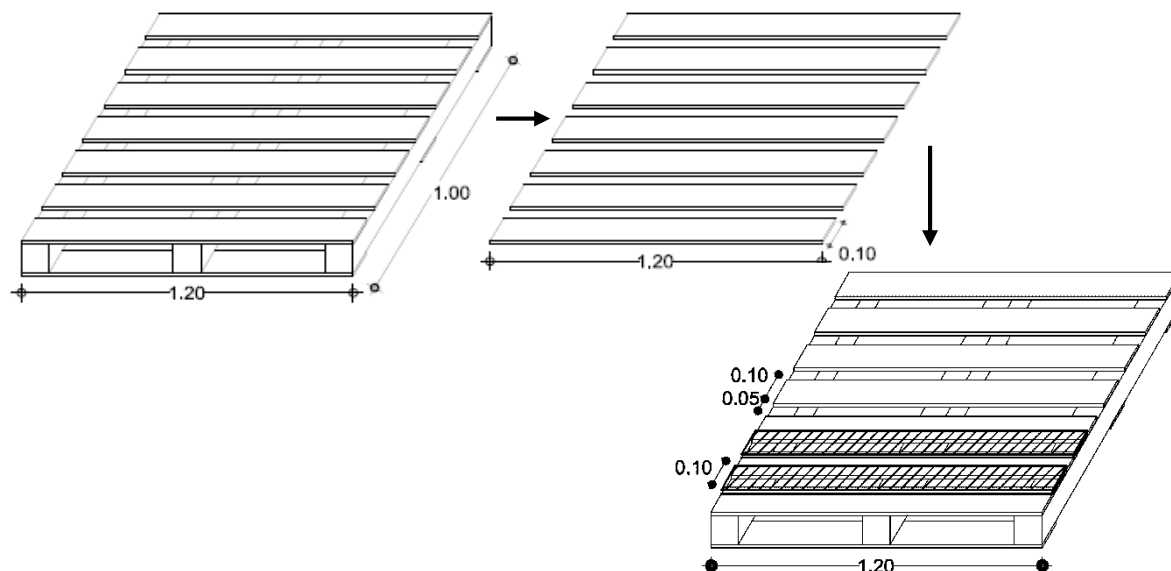


Figura 44. Detalle 3.1. Complemento con tarima de madera.

Fuente. Elaboración propia.

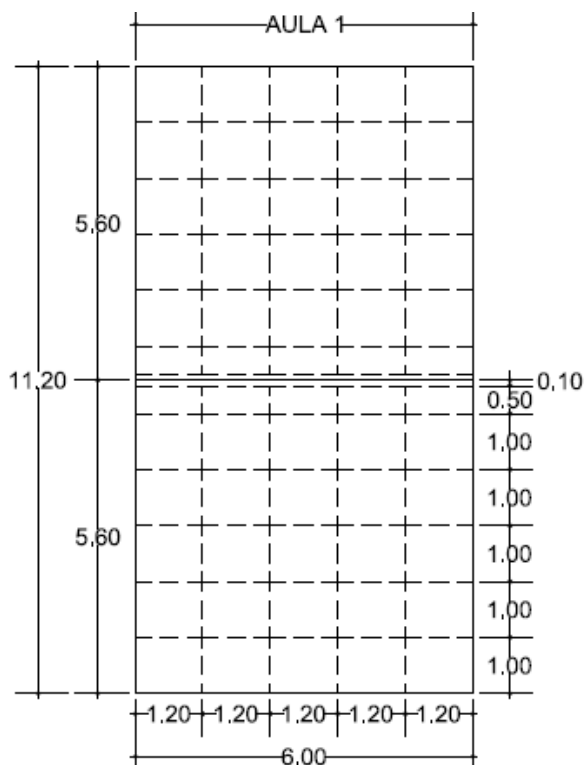


Figura 45. Detalle 4. Tarima de madera-Área de cubierta (Modulación).
Fuente. Elaboración propia.

Con base a las características técnicas del material, los requerimientos de instalación y mantenimiento, se presenta la tabla de la derecha. Incluyendo una estimación del costo por salón de clases.

Modulación. Las dimensiones estándar de las tarimas de madera, permite modular su instalación de acuerdo a las superficie del techo de las aulas tipo. La siguiente figura lo indica la propuesta de ubicación de cada pallet, destacando que en el centro es preciso dividir en dos partes iguales las tarimas quedando de 1.20x0.50m. Quedando 0.10m sin cubrir, con la intención de reducir los desperdicios; es decir, si se cortaran de 1.20x0.60m la parte restante no sería útil en esta modulación (1.20x0.40m).

ESTRATEGIA: TECHO ESCUDO - Tarimas de madera

Características	Unidad	pza
	Dimensiones	1.20x1.00m
	Peso	25-35 kg/pza
	Densidad (Kg/m3)	610
	Conductividad λ (W/mK)	0.13
	Vida útil	Menos de 5 años
Material base	Lugar de fabricación	Guadalajara, Jalisco
	Lugar disponible	Tepic, Nayarit
	Costo unitario	\$20.00
	Cantidad requerida (ml)	56
	Subtotal	\$1,120.00
Fijación	Elemento de fijación	Pija c/taquete
	Costo (paquete 100pzas)	\$70.00
	Cantidad requerida	5
	Subtotal	\$350.00
Mantenimiento	Mantenimiento/protección	Sellador de madera
	Presentación	lt
	Costo unitario	\$129.00
	Rendimiento m2/lt	10
	Cantidad requerida	7
	Frecuencia	1 vez al año
Subtotal		\$903.00
Costo estimado x aula		\$2,373.00

Tabla 28. Estrategia: Techo escudo – Tarima de madera. Fuente. Elaboración propia, con datos del proveedor local.

Bajo estas pautas, se procede al cálculo del presupuesto energético, a través de la NOM-008-ENER-2001. Para conocer si las tarimas de madera (pallets) presentan un comportamiento térmico adecuado.

La siguiente tabla, da a conocer el cumplimiento positivo de la norma con la adecuación de un techo escudo, a través de pallets de madera de pino. Presenta una ganancia total de 1,371.31 Watts, mientras que el edificio de referencia gana 2,886.77 Watts, traducido en un 52.5% de ahorro energético.

5. RESUMEN DE CÁLCULO - TECHO ESCUDO: Tarima de madera						
5.1 Presupuesto energetico						
		Ganancia por Conducción (W)		Ganancia por Radiación (W)		Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$
Referencia	(Φ_{rc})	672.27	(Φ_{rs})	2214.5	(Φ_r)	2886.77
Proyectado	(Φ_{pc})	751.98	(Φ_{ps})	619.3343	(Φ_p)	1,371.31
5.2 Cumplimiento						
	Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	X	No ($\Phi_r < \Phi_p$)			
Tabla 29. Resumen de cálculo – Techo escudo: Tarima de madera. <i>Fuente.</i> Elaboración propia, basado en la aplicación de la NOM-008-ENER-2001.						

III. TEJA DE BARRO. La forma cóncava de este material permite cumplir con el objetivo de crear una cámara de aire, sobre la cubierta de concreto de las aulas. Su instalación no dista de la tradicional, es decir, las tejas van sobrepuestas una sobre otra y solo en la primera línea se fijan con pega teja o mortero.

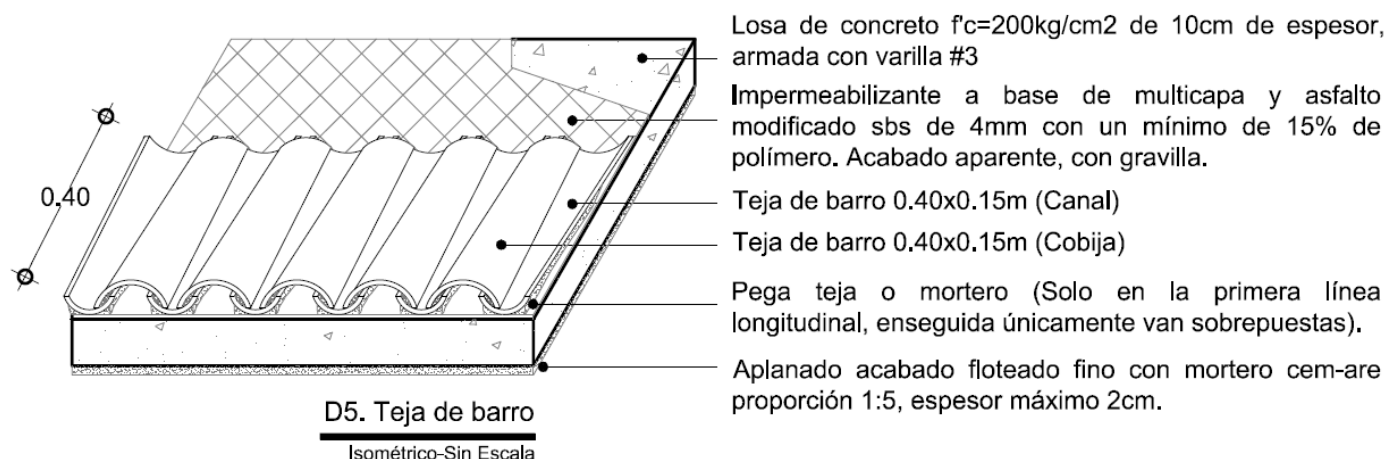


Figura 47. Detalle 5. Techo escudo-Teja de barro (Isométrico).

Fuente. Elaboración propia.

Con el objeto de resumir las características y requerimientos del sistema de solución planteado, como elementos de protección solar de la cubierta, se presenta la siguiente tabla:

ESTRATEGIA: TECHO ESCUDO - Teja de barro		
Características	Unidad	m ²
	Dimensiones	0.40x0.15
	Peso	25 kg/m ²
	Densidad (Kg/m ³)	2,100
	Conductividad λ (W/mK)	1
	Vida útil	Más de 50 años
Material base	Lugar de fabricación	Tepic, Nayarit
	Lugar disponible	Tepic, Nayarit
	Costo unitario	\$165.00
	Cantidad requerida (ml)	70
	Subtotal	\$11,550.00
Fijación	Elemento de fijación	Pega teja
	Unidad	Saco
	Cantidad requerida	1
	Subtotal	\$102.00
Mantenimiento	Mantenimiento/protección	Sellador
	Presentación	lt
	Costo unitario	\$107.00
	Rendimiento m ² /lt	5
	Cantidad requerida	14
	Frecuencia	Cada 2 o 3 años
Subtotal		\$1,498.00
Costo estimado x aula		\$13,150.00

Tabla 30. Estrategia: Techo escudo –teja de barro.
Fuente. Elaboración propia, con datos del proveedor local.

5. RESUMEN DE CÁLCULO - TECHO ESCUDO: Teja de barro

5.1 Presupuesto energético

		Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$
Referencia	(Φ_{rc})	672.27	(Φ_{rs}) 2214.5	(Φ_r) 2886.77
Proyectado	(Φ_{pc})	1,213.73	(Φ_{ps}) 619.3343	(Φ_p) 1,833.06
5.2 Cumplimiento				
	Si $(\Phi_r > \Phi_p)$	X	No $(\Phi_r < \Phi_p)$	

Tabla 31. Resumen de cálculo – Techo escudo: Teja de barro.

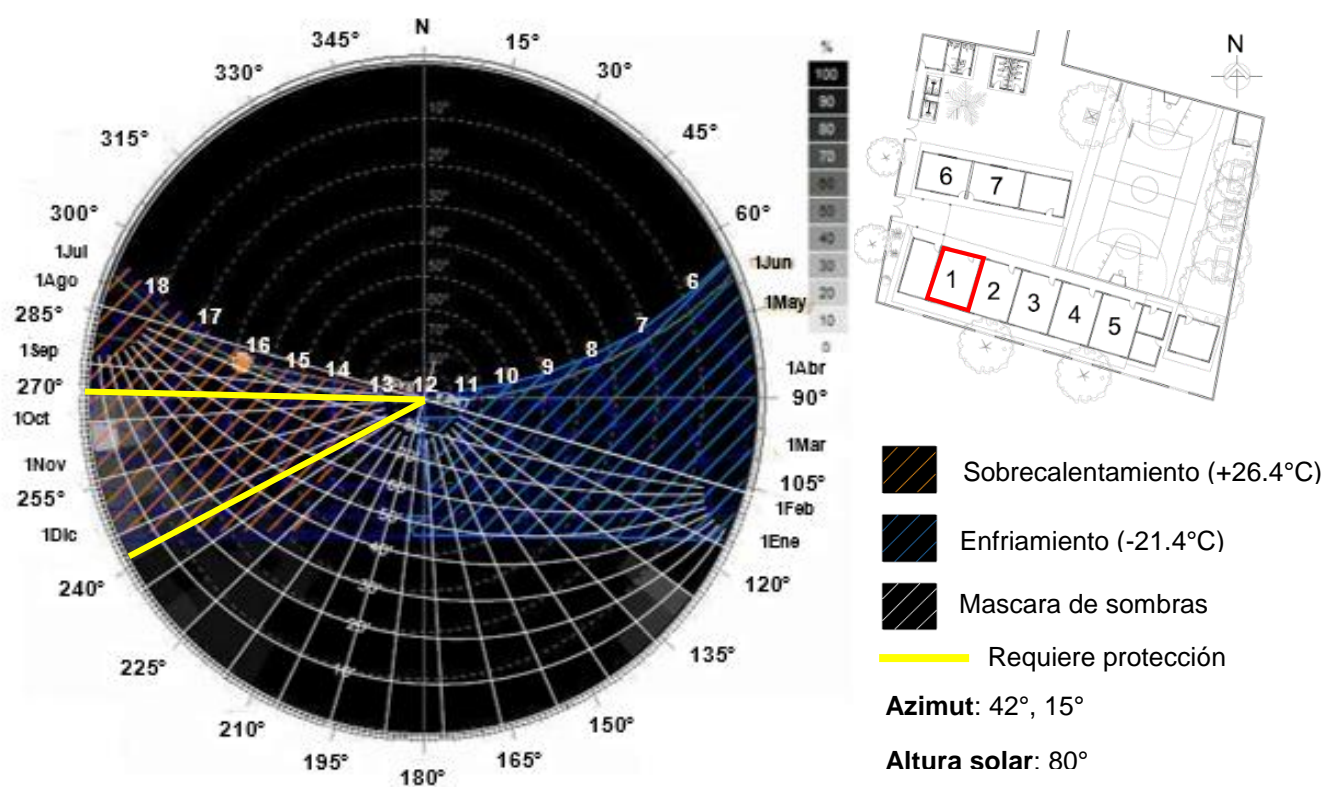
Fuente. Elaboración propia, basado en la aplicación de la NOM-008-ENER-2001.

Este último cálculo de presupuesto energético, nos arroja el valor más alto de ganancia total del edificio proyectado (en relación con las dos propuestas anteriores), sin embargo, si cumple con los requerimientos de la norma. Se traduce en un ahorro de energía del 36.5%.

4.2.1.2 ESTRATEGIA: PROTECCIÓN DE VENTANAS

La protección solar de las ventanas de las aulas, se encuentra fundamentada en el análisis previo realizado a través del software Ecotect Analysis, donde se descartaron aquellas aberturas que requieren climatización por sobrecalentamiento. Y se retoman las ventanas que necesitan bloquear el Sol. A partir de ello, se empataron las gráficas estereográficas con las mascara de sombras y posteriormente se presentan las propuestas.

AULAS TIPO



Gráfica 60. AULA TIPO1. Ventana Sur-Oeste. Fecha: 23-mayo-16:00hrs.
 Fuente. Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis.

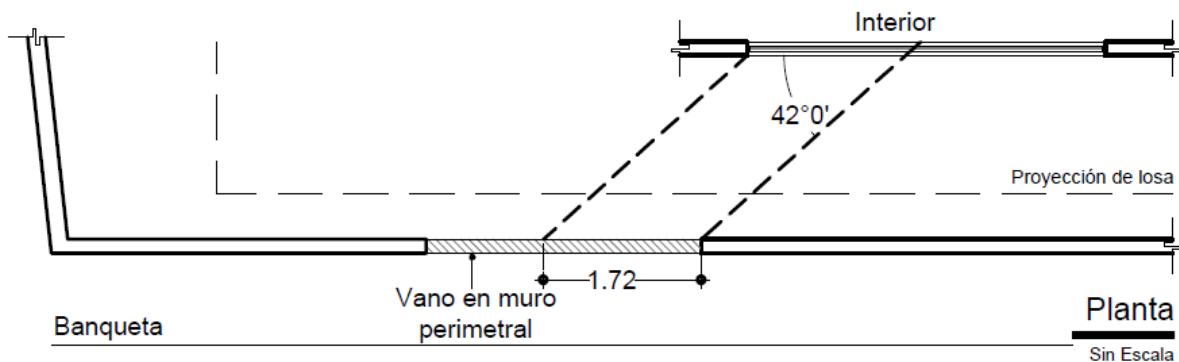


Figura 48. AULA TIPO1. Ventana Sur-Oeste. 23-mayo-16:00hrs.
PROTECCIÓN SOLAR-Planta. *Fuente. Elaboración propia.*

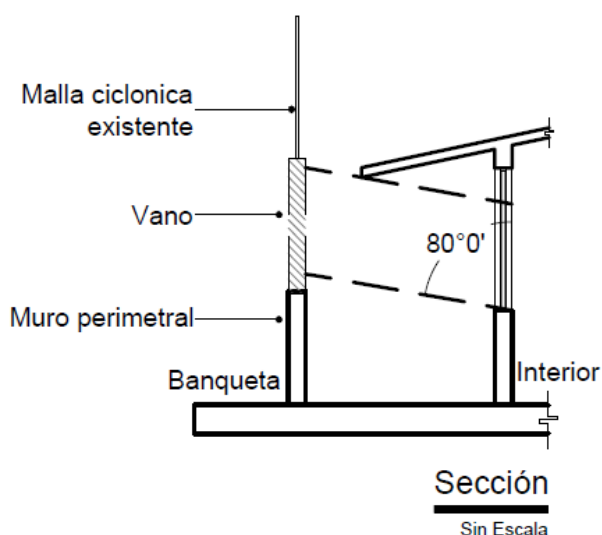


Figura 49. AULA TIPO1. Ventana Sur-Oeste.
23-mayo-16:00hrs.
PROTECCIÓN SOLAR-Sección.
Fuente. Elaboración propia.

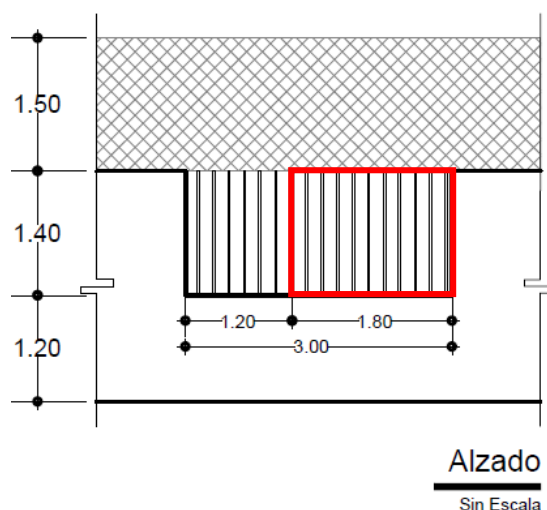


Figura 50. AULA TIPO1. Ventana Sur-Oeste. 23-mayo-16:00hrs.
MURO PERIMETRAL-Alzado.
Fuente. Elaboración propia.

En las figuras anteriores se proyectaron los ángulos hasta donde se requiere protección solar. Se observa en esta ventana que la incidencia solar que le afecta, es la que se infiltra por el vano del muro perimetral. La solución es cubrir esta abertura y con ello permita bloquear el Sol; considerando que los vientos dominantes no provienen de esta dirección, por tanto no se ve afectado en el aspecto de ventilación. Se requiere limitar un área de 1.72x1.40m, sin embargo, por las características de los materiales que enseguida se presentan, se define un plano de 1.80x1.40m.

PROPUESTA DE MATERIALES.

- I. **MALLA SOMBRA.** Se propone cubrir el vano con malla sombra con filtro del 90%, color arena o blanco, que permita bloquear la incidencia solar como se observa en las figuras siguientes:

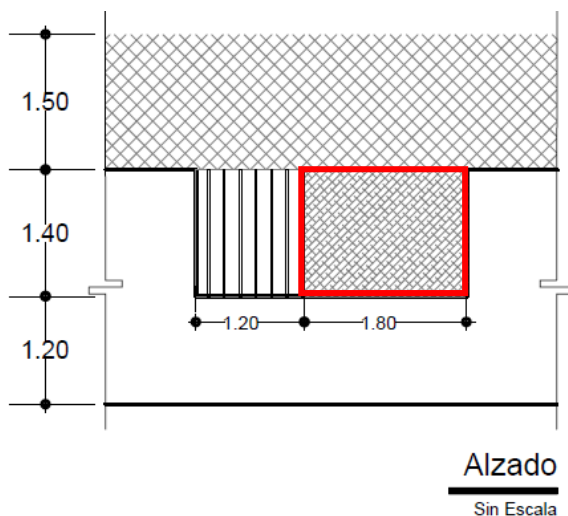


Figura 51. Protección solar-Malla sombra.
Fuente. Elaboración propia.

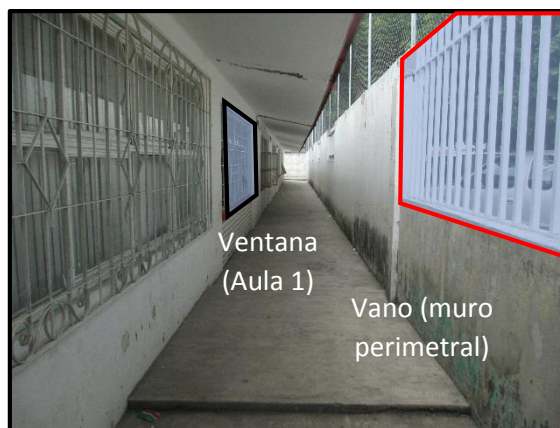


Figura 52. Ubicación ventana y vano.
Fuente. Elaboración propia.

- II. **TARIMA DE MADERA.** Los espacios que quedan libres entre perfil y perfil, se plantea cubrir con madera de pino proveniente de pallets reutilizados, que pueden ser fácilmente reemplazados.

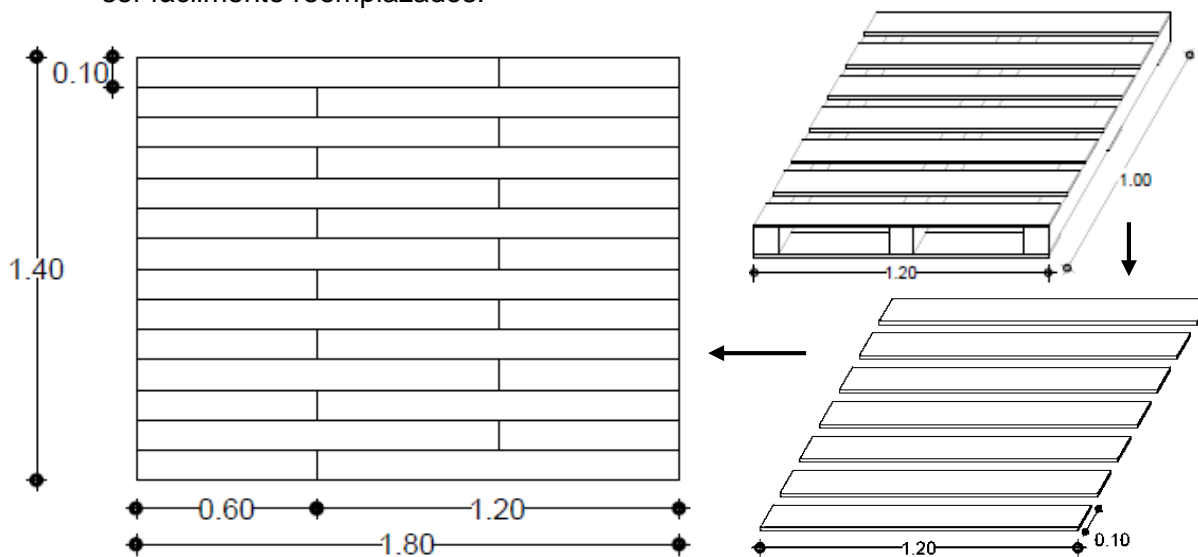


Figura 53. Tarima de madera-Modulación (3.00X1.40M)
Fuente. Elaboración propia.

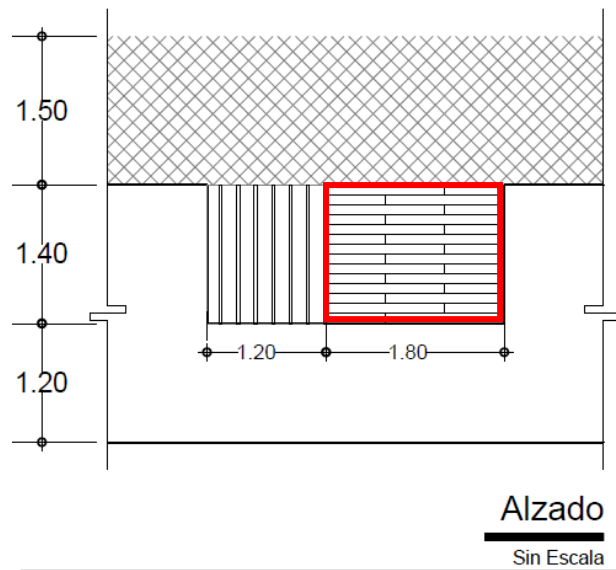
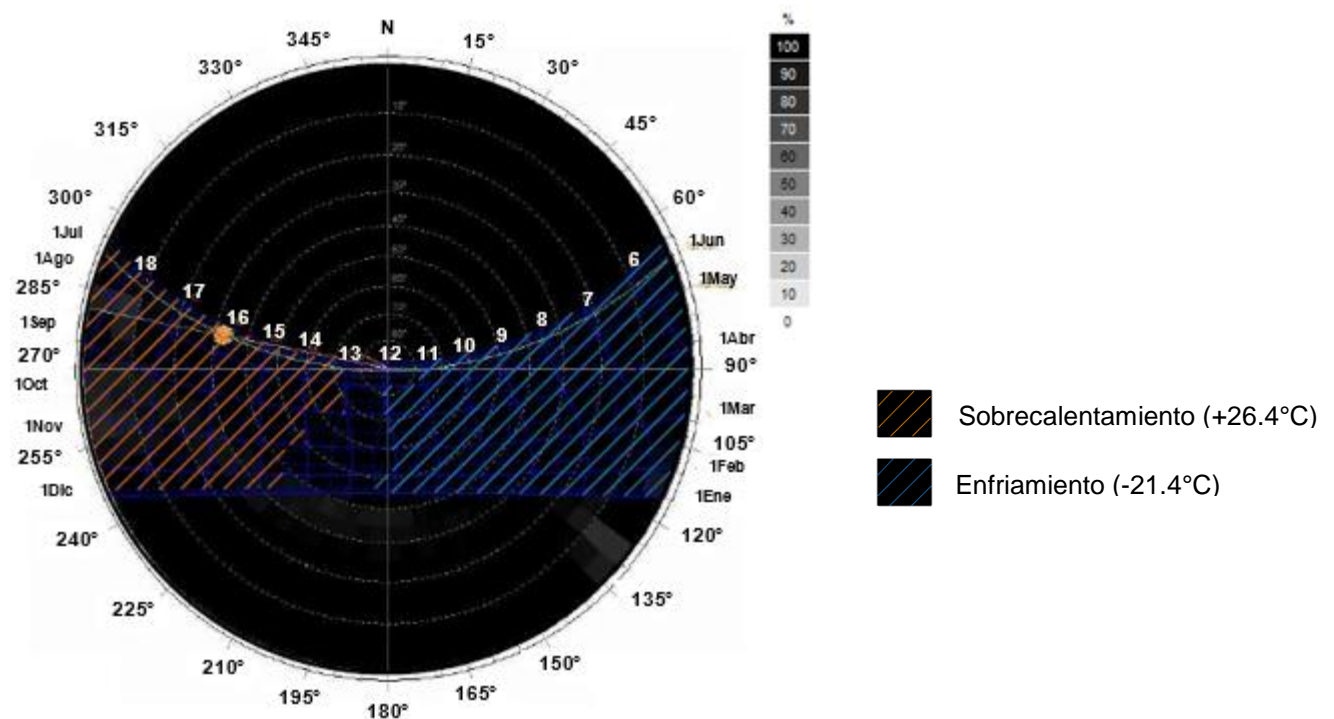


Figura 54. Protección solar-Tarima de madera
Fuente. Elaboración propia.

Dada la solución técnica, que consiste en un elemento de bloqueo solar del muro perimetral. Se compara en el software Ecotect Analysis, arrojando la siguiente figura, que muestra cómo se sombrea el área de la ventana un 95% al cerrar el vano en cuestión:



Gráfica 60. AULA TIPO1. Ventana Sur-Oeste, con **protección solar**. *Fecha:* 23-mayo-16:00hrs.
Fuente. Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis.

La protección solar consta de dos propuestas de material, enseguida se presenta un monto económico aproximado para cada una de ellas.

	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo estimado
Malla sombra (1.80x1.40m)	ml	1.5	\$90.00	\$135.00

Tabla 32. Protección solar, Malla sombra – costo estimado.

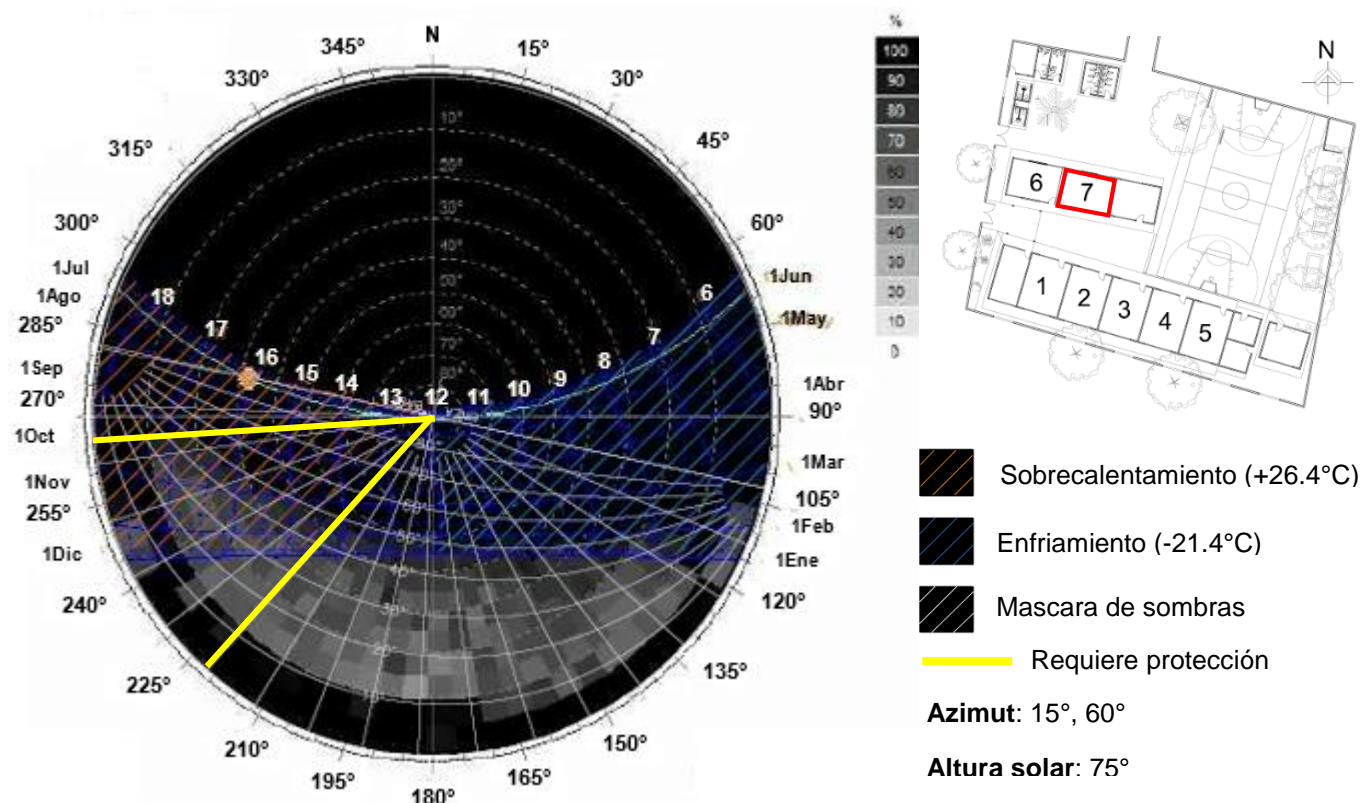
Fuente. Elaboración propia, con datos del proveedor local.

	Unidad	Cantidad	Tarima de madera (Cantidad)	Precio unitario	Subtotal
Tablón 1.20x0.10m	Pza	14	2	\$20.00	\$40.00
Tablón 0.60x0.10	Pza	14	2	\$20.00	\$40.00
Sellador	Lt	1	----	\$129.00	\$129.00
				Costo estimado	\$209.00

Tabla 33. Protección solar, Tarima de madera – costo estimado.

Fuente. Elaboración propia, con datos del proveedor local.

AULAS ATÍPICAS



Gráfica 61. AULA ATÍPICA 7. Ventana Sur-Oeste_1. Fecha: 23-mayo-16:00hrs.
 Fuente. Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis.

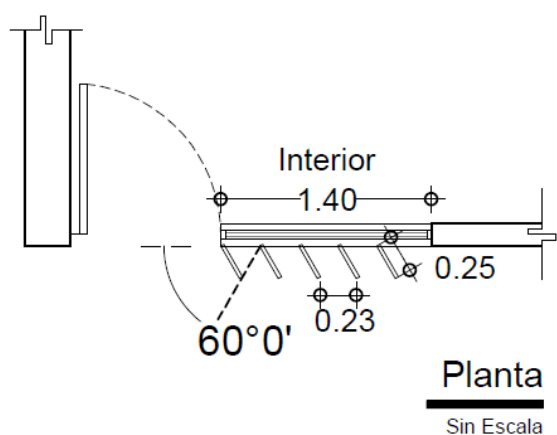


Figura 55. AULA ATÍPICA 7. Ventana Sur-Oeste_1. 23-mayo-16:00hrs.
 PROTECCIÓN SOLAR-Planta.
 Fuente. Elaboración propia.

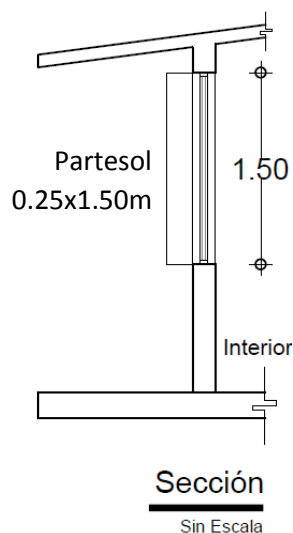


Figura 56. AULA ATÍPICA 7. Ventana Sur-Oeste_1. 23-mayo-16:00hrs.
 PROTECCIÓN SOLAR-Sección.
 Fuente. Elaboración propia.

La figura que muestra la planta de la ventana, indica que para protegerla del Sol lo siguiente:

PARTESOL. Dispositivo vertical saledizo de la fachada que bloquea los rayos del sol con inclinación de 15° y 60° en azimut. Se requieren de 5 elementos de $0.25 \times 1.50\text{m}$ a cada 0.23m , con un giro de 30° en relación con la ventana.

PROPUESTA DE MATERIALES:

I. Malla sombra. Como muestra la figura de la derecha, la malla sombra está sujeta a un marco de perfiles tubulares de 1×1 ". De acuerdo a las propiedades de este material, bloquea un 90% de incidencia solar. Tiene una duración mínima a la intemperie de 5 años, y de acuerdo al diseño del parasol propuesto puede ser fácilmente reemplazado cuando sea necesario.

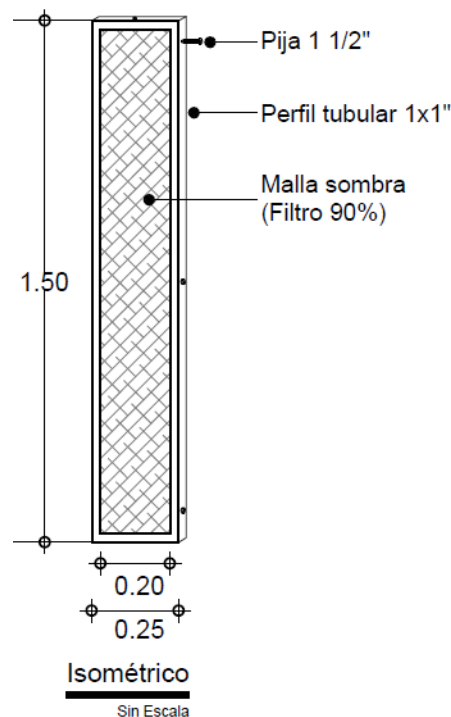


Figura 57. Partesol-Malla sombra.
Fuente. Elaboración propia.

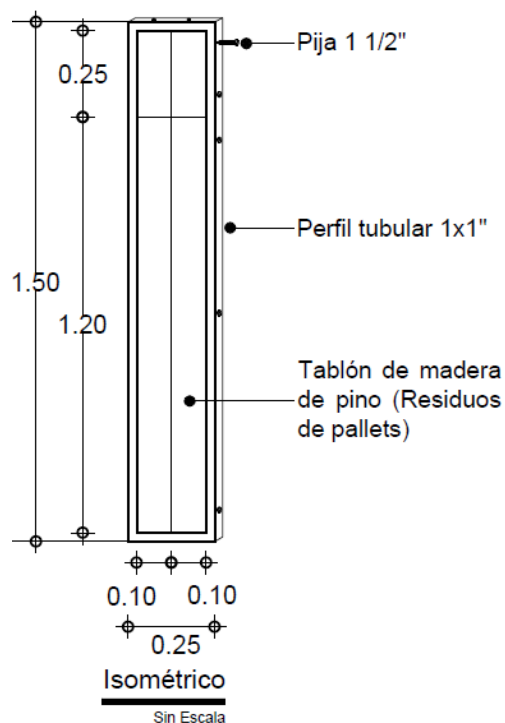
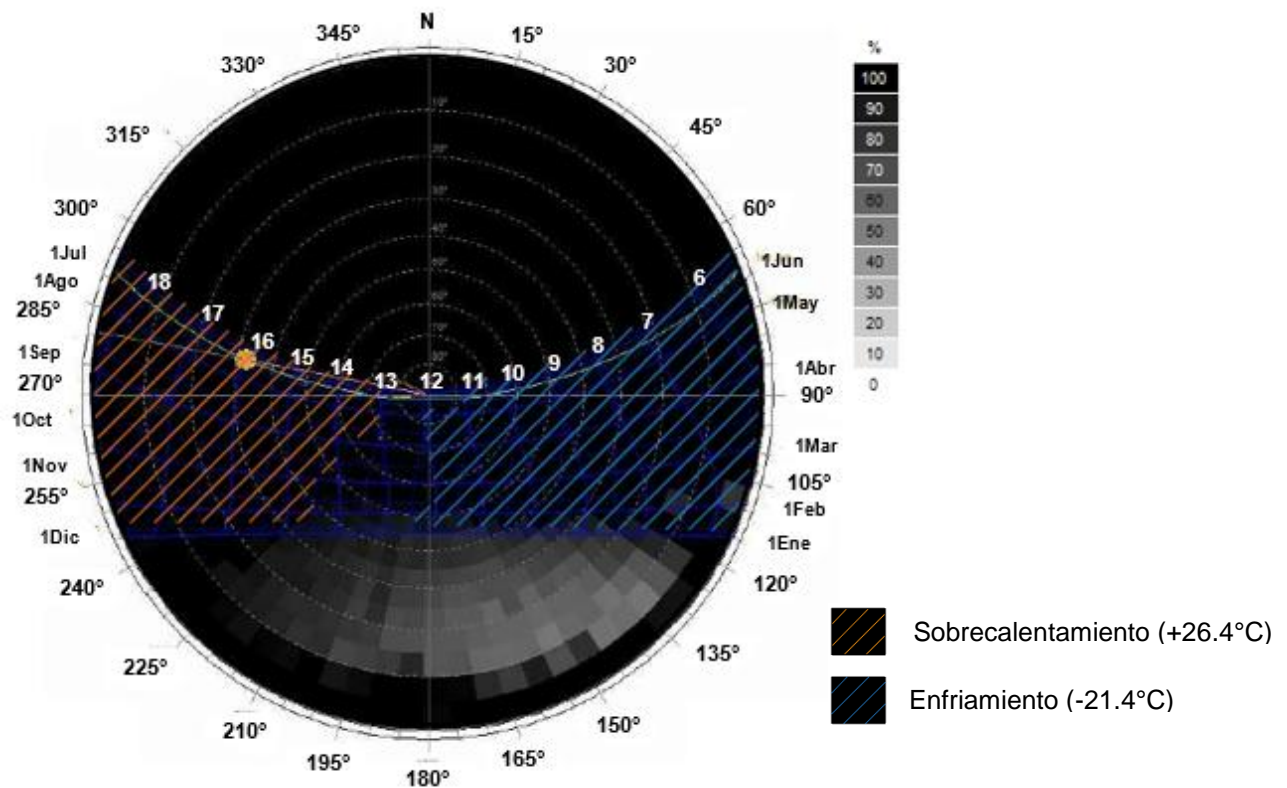


Figura 58. Partesol-Madera de pino.
Fuente. Elaboración propia.

II. Madera de pino. De igual manera, en esta propuesta el partesol se limita por un marco tubular que permite fijar los tablones de madera, los cuales provienen de pallets reutilizados y en tal caso, si se aplica este material en las soluciones anteriores, es posible retomar los residuos para crear este elemento de protección solar. Se propone una modulación de acuerdo a las dimensiones de las tarimas y los perfiles tubulares.

Bajo las características geométricas y dimensionales de los elementos de protección solar presentados (partesol y pantalla), se presenta la siguiente gráfica estereográfica que define el bloqueo de incidencia solar en la ventana 1 del aula 7 (orientación suroeste). Dando un 100% de sombra en la zona de sobrecalentamiento, con la intención de proteger de los rayos del Sol a todos los alumnos al interior del salón de clases.



Gráfica 63. AULA ATÍPICA7. Ventana Sur-Oeste_1, con **protección solar**. 23-mayo-16:00hrs.
Fuente. Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis.

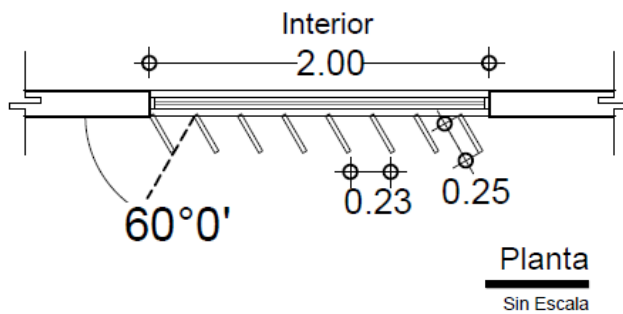
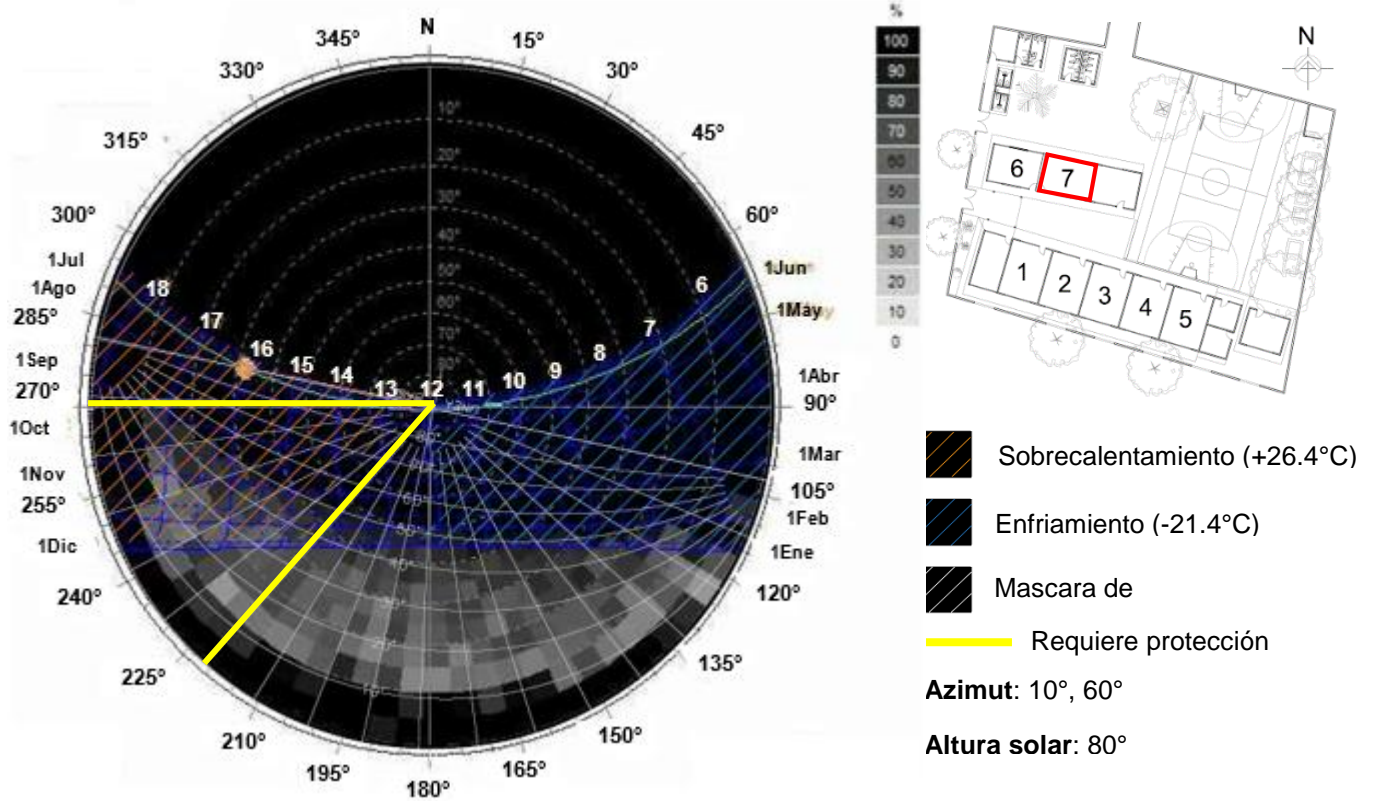


Figura 59. AULA ATÍPICA7. Ventana Sur-Oeste_2. 23-mayo-16:00hrs.
 PROTECCIÓN SOLAR-Planta.
 Fuente. Elaboración propia.

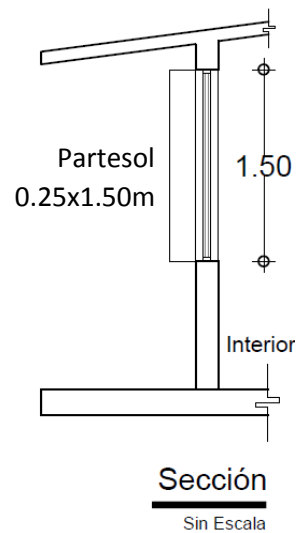


Figura 61. AULA ATÍPICA7. Ventana Sur-Oeste_2. 23-mayo-16:00hrs.
 PROTECCIÓN SOLAR-Sección.
 Fuente. Elaboración propia.

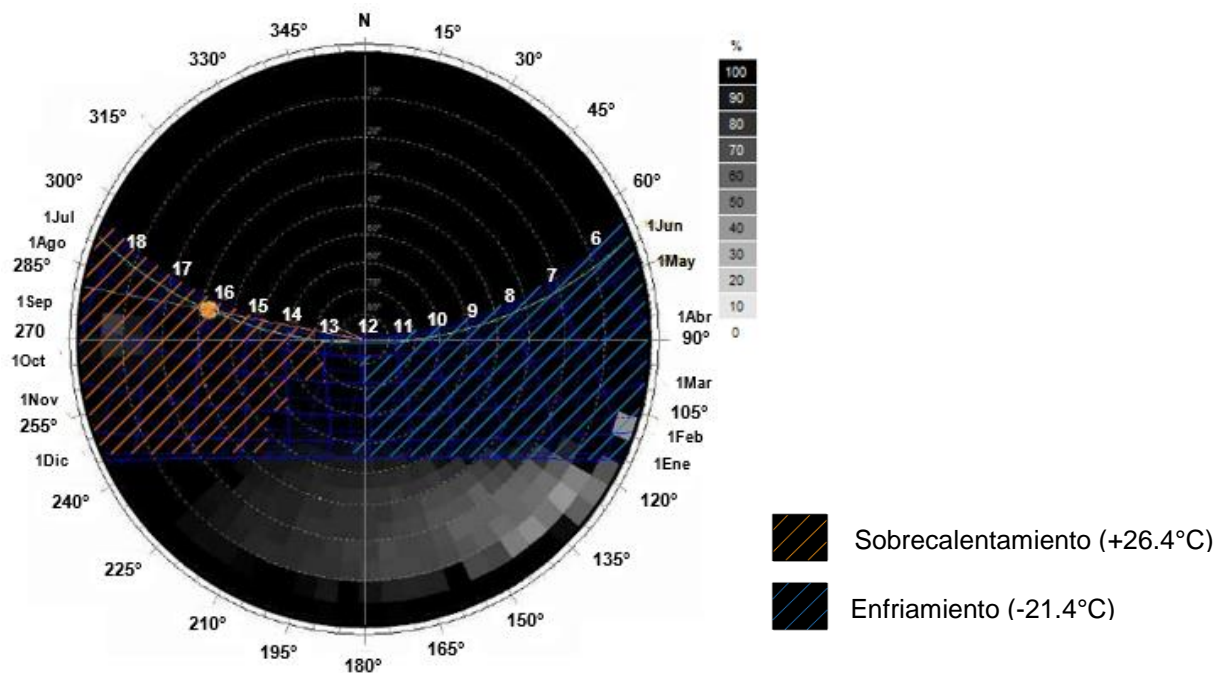
Las soluciones de protección solar de esta ventana coinciden con la anterior, con un ángulo en azimuth de 60°. Por esta razón y con la intención de unificar se proponen partesoles con iguales dimensiones y los mismos materiales. Solo varia la cantidad de elementos, es necesario colocar 8 partesoles.

PROPUESTA DE MATERIALES

PARTESOL (0.25x1.50).

- I. **Madera de pino.** (Ver figura 57. Partesol-Madera de pino)
- II. **Malla sombra.** (Ver figura 56. Partesol-Malla sombra)

La protección de control solar que requiere esta ventana, se complementa con un elemento vertical y otro horizontal. Para evaluar su eficiencia se simuló en el software Ecotect analysis, arrojando el área sombreada de la ventana:



Gráfica 65. AULA ATÍPICA7. Ventana Sur-Oeste_2, con **protección solar**. 23-mayo-16:00hrs.
Fuente. Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis.

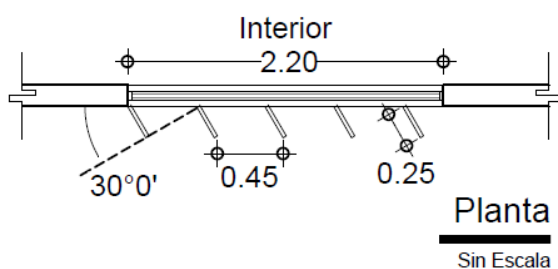
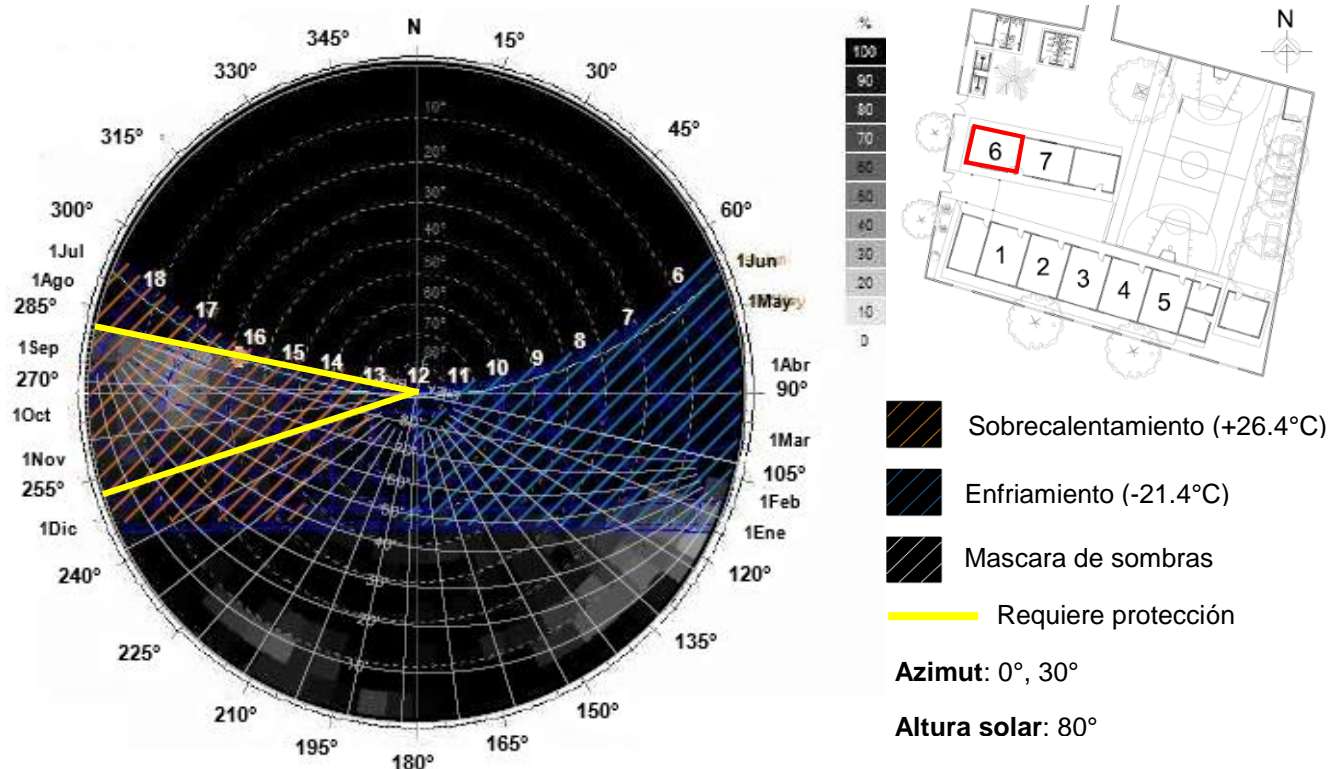


Figura 61. AULA ATÍPICA6. Ventana Sur-Oeste_1. 23-mayo-16:00hrs. PROTECCIÓN SOLAR-Planta. Fuente. Elaboración propia.

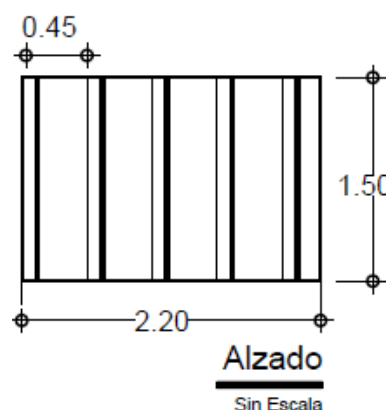


Figura 62. AULA ATÍPICA6. Ventana Sur-Oeste_1. 23-mayo-16:00hrs. PROTECCIÓN SOLAR-Alzado. Fuente. Elaboración propia.

Se observa en las figuras 61 y 62, la solución para evitar que los rayos del sol entren por la ventana cuando no se requieren. Son 5 partesoles los que se necesitan para ello, con una dimensión de 0.25mx1.50m, con un ángulo de giro de 30°. Se ubican en sentido vertical a cada 0.45m.

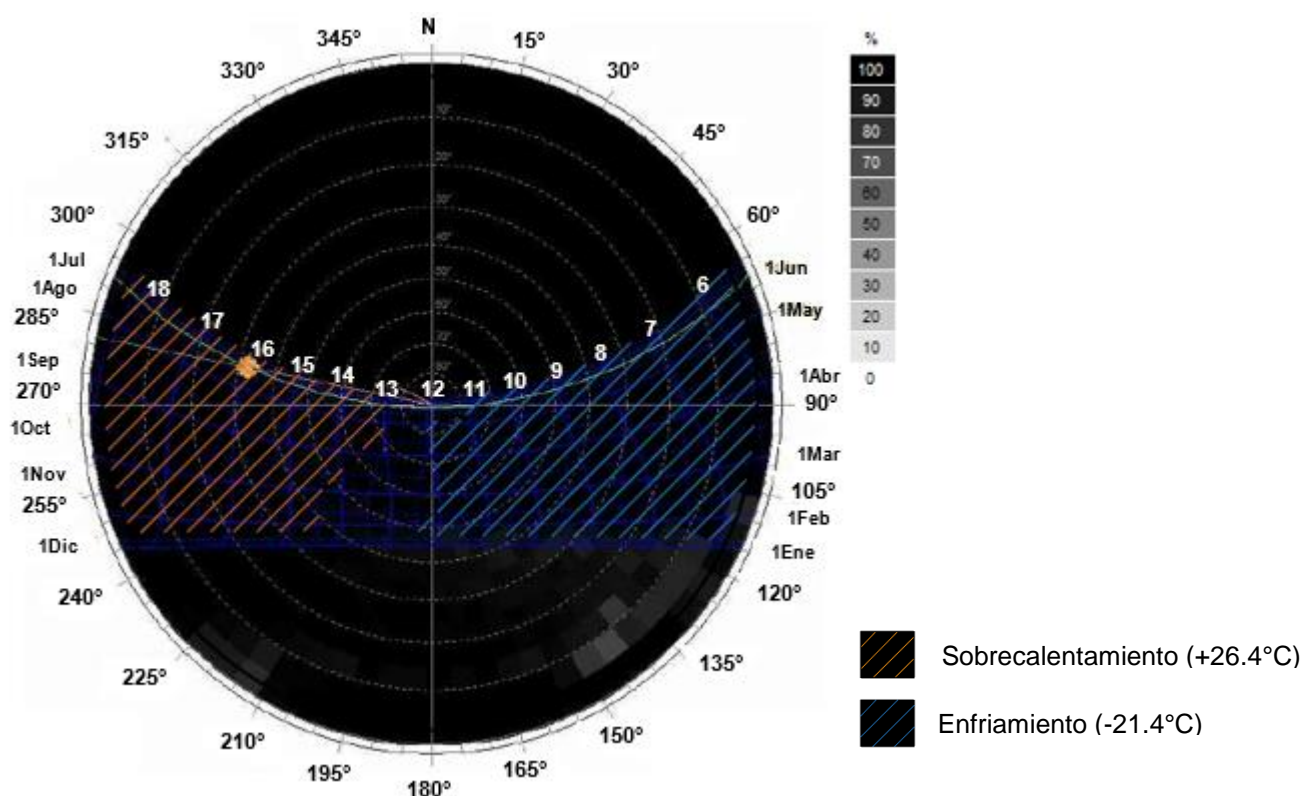
PROPUESTA DE MATERIALES

Según la descripción anterior, las características dimensionales de los partesoles propuestos coinciden con los de las ventanas del aula 7. Por este motivo y con el fin de unificar, además de facilitar su elaboración, se consideran las dos opciones de materiales antes presentadas:

1. PARTESOL.

- I. Madera de pino. (Ver figura 58. Partesol-Madera de pino)
- II. Malla sombra. (Ver figura 57. Partesol-Malla sombra)

Enseguida se muestra la gráfica estereográfica que revela el sombreado provocado por estos dispositivos de control solar.



Gráfica 67. AULA ATÍPICA6. Ventana Sur-Oeste_1, con protección solar.

Fecha: 23-mayo-16:00hrs. Fuente. Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis.

Las protecciones solares correspondientes a las aulas atípicas, se definen básicamente en parasoles. Se unificó en dimensiones y propuestas de materiales, definido en un elemento de 0.25m de ancho por 1.50m de alto. Enseguida se presenta el costo estimado para cada propuesta de material; donde se destaca el concepto individual y en conjunto, es decir, si se requiere solo 1 partesol, es necesario comprar la pieza completa de cada insumo, generando residuos; en cambio, si se elaboran varios elementos iguales, se complementan entre sí y se reducen los residuos de materiales, además se disminuye el costo por pza.

PARTESOL (0.25x1.50m) Tarima de madera				
Individual			En conjunto	
1 Tarima de madera	\$20.00		1/4 Tarima de madera	\$5.00
1 Tubular 1"x1"x6m	\$160.00		3.5m Tubular 1"x1"x6m	\$95.00
Costo estimado (pza)	\$180.00		Costo estimado (pza)	\$100.00
Tabla 34. Partesol, tarima de madera - costo estimado. Fuente. Elaboración propia, con datos del proveedor local.				

PARTESOL (0.25x1.50m) Malla sombra				
Individual			En conjunto	
0.5ml Malla sombra	\$45.00		0.25ml Malla sombra	\$23.00
1 Tubular 1"x1"x6m	\$160.00		3.5m Tubular 1"x1"x6m	\$95.00
Costo estimado (pza)	\$205.00		Costo estimado (pza)	\$118.00

Tabla 35. Partesol, malla sombra - costo estimado.

Fuente. Elaboración propia, con datos del proveedor local.

4.2.2 VENTILACIÓN

Ventilación cruzada. Consiste en favorecer el movimiento de aire de un espacio o de una sucesión de espacios asociados, mediante la colocación de aberturas que abren hacia dos fachadas opuestas. (Serra Florensa, R. & Coch Roura, H., 2001:311).

Este es el principio fundamental para ventilar un espacio arquitectónico; se parte de este concepto para plantear una propuesta que mejore la ventilación para las aulas.

En la escuela primaria, las aulas tienen aberturas en las orientaciones norte y sur, sin embargo, las aulas no se encuentran adecuadamente ventiladas, debido a su ubicación en el plantel en relación con los vientos dominantes; tal como se estudió anteriormente en el análisis de ventilación.

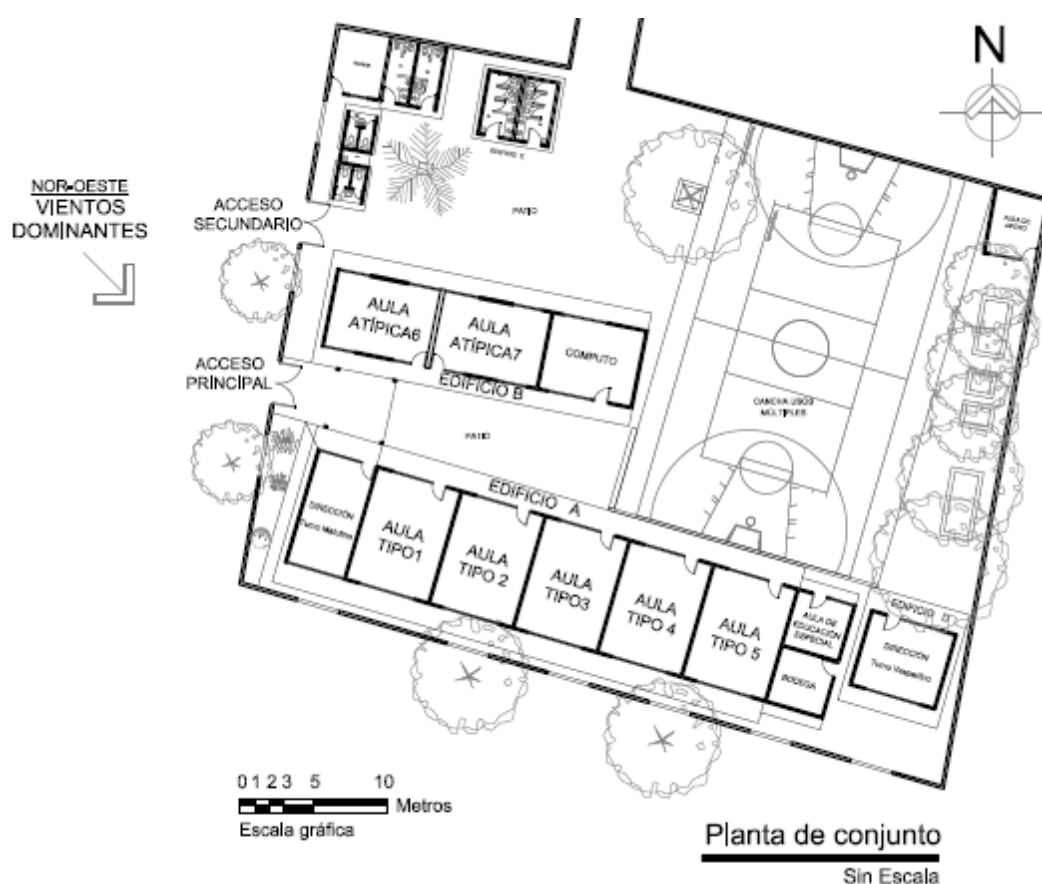


Figura 63. Planta de conjunto y vientos dominantes.
Fuente. Elaboración propia.

A través de esta imagen, es posible identificar la dirección de los vientos dominantes del sitio y ubicar las aulas, prescindible para plantear la propuesta de ventilación.

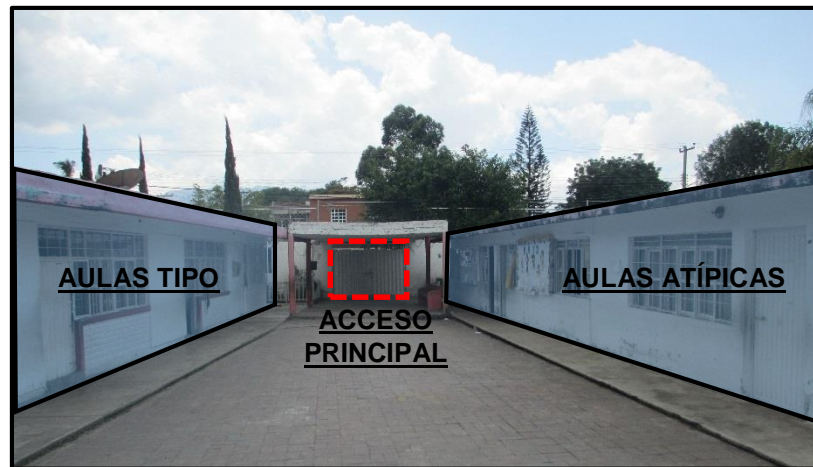


Figura 64. Ubicación de puerta de acceso principal.
Fuente. Elaboración propia.

Esta figura, indica los módulos de aulas y la puerta de acceso principal, esta última se caracteriza por ser un elemento sólido sin aberturas, que bloquea el tránsito del viento proveniente de esta dirección.



Figura 65. Ubicación de puerta de acceso secundario.
Fuente. Elaboración propia.

El acceso secundario, está limitado de igual manera por una puerta abatible metálica sólida.

PROPUESTA

Reemplazar las puertas de acceso. Con el fin de permitir el paso del viento, se plantea sustituir las puertas de acceso actual, por un cancel con las mismas dimensiones que el existente (3.20x2.60m), pero con aberturas de 0.20m. La propuesta aplica para los dos accesos: principal y secundario.

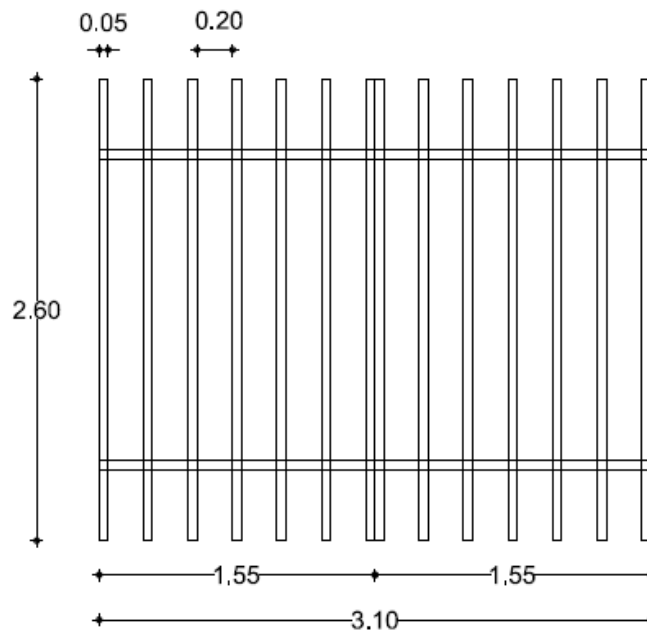


Figura 66. Propuesta, puerta de acceso-Alzado.
Fuente. Elaboración propia.

De esta manera, el flujo de aire accede al plantel por este vano y circula a través de los patios interiores, hasta llegar al interior de las aulas.

Se realizó una simulación en el programa Ecotect Analysis, modificando los accesos. La siguiente figura muestra los resultados.

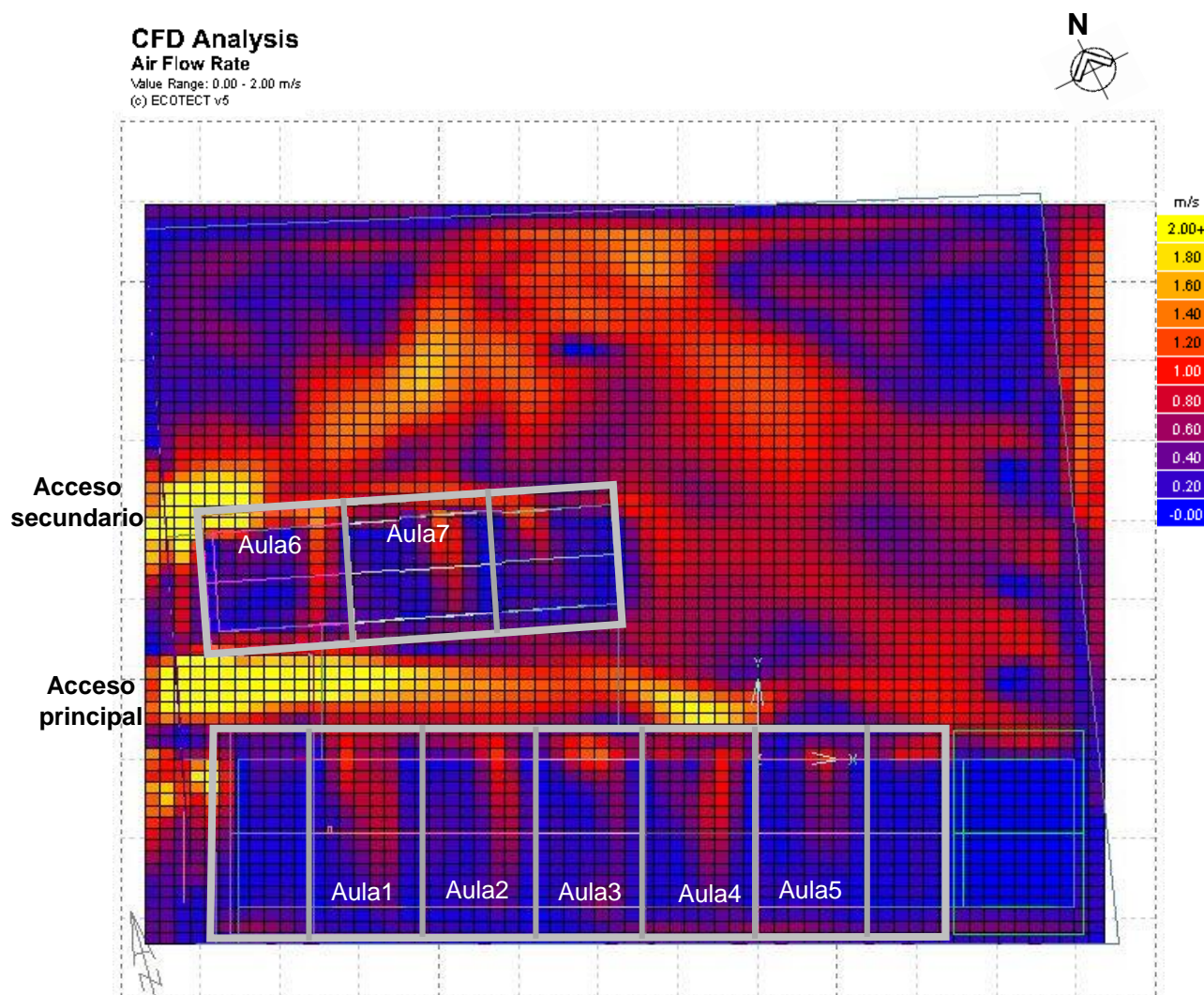


Figura 67. Propuesta de ventilación.
 Dirección de los vientos dominantes: Nor-Oeste.
 Fuente. Elaboración propia, utilizando Ecotect Analysis.

El análisis de viento realizado en el software con la propuesta planteada, arrojó resultados positivos. Se aprecia claramente el flujo de aire que entra por el acceso principal con una velocidad de 2m/s; se distribuye por el patio central y se infiltra por las ventanas y puertas de las aulas tipo, atravesando el salón de clases en dirección noreste-suroeste. En general al interior, se observa un flujo de aire con velocidad aproximada de 1.00 m/s, con variaciones de 0.80m/s y hasta 1.20m/s.

Considerando los rangos de velocidad del viento en espacios interiores y en relación con la percepción del usuario, según B.H. Evans (1957), 1.00m/s tiene un efecto mecánico donde los papeles sueltos pueden moverse, y un efecto en el usuario agradable generalmente

cuando el clima es confortable o caliente, pero causa una sensación de movimiento patente. Por tanto, la velocidad de viento alcanzada al interior, mejora las condiciones de confort higrotérmico.

Es importante considerar el aspecto económico de la propuesta, por ello se realizó una cotización con un herrero local, un cancel de 3.0x2.60m a base de tubular de 2"X2"; su presupuesto fue de **\$2,700**, el cual incluye material y mano de obra.

4.3 FACTIBILIDAD Y VALIDACIÓN

Con el objeto de realizar una evaluación de las propuestas proyectadas, desde la perspectiva de la sustentabilidad, bajo sus tres dimensiones: ambiental, social y económica; se ha seleccionado una metodología propuesta por UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). Se trata de una herramienta de evaluación sustentable de tecnologías, definida como: “Sustainable Assessment of Technology (SAT)”. Es un procedimiento cuantitativo que permite una evaluación objetiva de cada sistema, según sus características, siendo valoradas desde el eje transversal de la sustentabilidad.

Esta metodología consta de varias etapas como se indica a continuación:

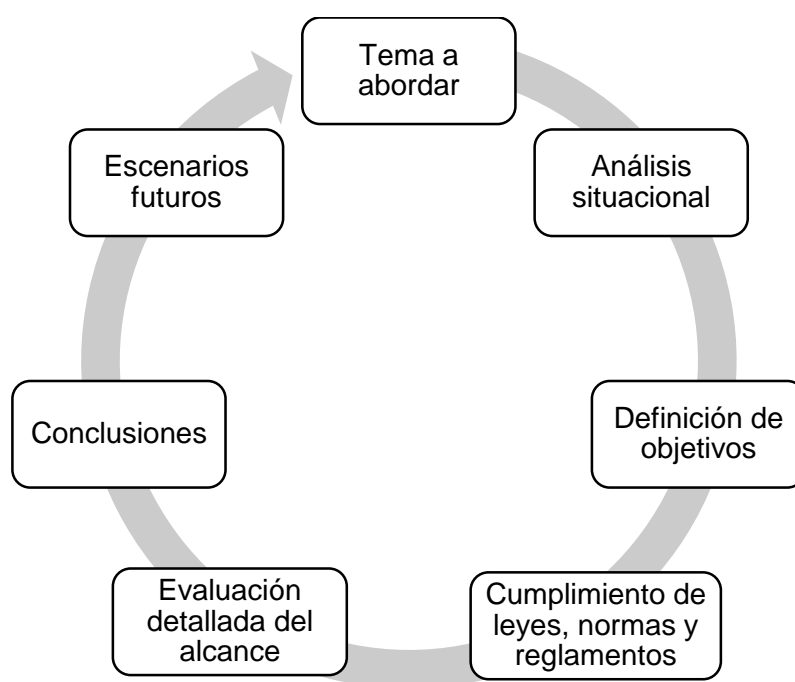


Figura 68. Etapas metodología SAT.
Fuente. Elaboración propia.

4.3.1 TEMA A ABORDAR.

“Entenderemos la arquitectura como aquella envolvente que, no solo, delimita los espacios que el hombre necesita para el desarrollo de su vida cotidiana, sino que, también, los dota de las condiciones de confort necesarias para tal fin”. (Núñez Carrasco, R., 2012:16). Partimos de esta definición de arquitectura, donde se destacan tres palabras clave: envolvente, hombre y confort; e incluimos la perspectiva sustentable.

Entonces, para lograr un espacio interior confortable, se requiere una envolvente eficiente en términos: térmicos, ambientales, económicos y sociales. Uno de los principales aspectos para lograrlo es la protección solar, no solo las partes transparentes (ventanas), sino, de todos aquellos elementos opacos (muros y cubiertas) que reciben los rayos solares durante el día y requieren bloquearlos para mejorar el ambiente térmico interior. Siendo el techo de un edificio, la parte de la envolvente que mayor ganancia de calor presenta.

La cuestión a abordar es la protección solar del techo del edificio, dando como solución bioclimática: *techo escudo*, es decir, una doble cubierta que permita crear una cámara de aire ventilada, que además sombree la totalidad de la techumbre y evite en lo posible la ganancia de calor por conducción.

4.3.2 ANÁLISIS SITUACIONAL

La situación problema gira en torno al diseño tipo que define a la infraestructura física educativa, indistintamente aplicado en cualquier región climática del país. Que por sus características y condiciones provoca escenarios térmicos incómodos para los estudiantes y docentes.

Con el objeto de mejorar el ambiente, se hace uso de sistemas mecánicos como ventiladores o sistemas de aire acondicionado, lo que genera grandes consumos de energía eléctrica y sin alcanzar los niveles de confort térmico ideales. Lo cual, queda ajeno a los tres ejes básicos de la sustentabilidad: ambiental, social y económico.

4.3.3 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

- Mejorar las condiciones de confort térmico de las aulas de educación primaria.
- Crear satisfacción en los usuarios a través de la adecuación bioclimática sustentable.
- Mejorar el comportamiento térmico de la envolvente.
- Minimizar el consumo energético y con él, la contaminación ambiental.
- Utilizar recursos y materiales locales.
- Emplear tecnologías y materiales de bajo costo.
- Promover la autoconstrucción del sistema.
- Fomentar la participación social (padres de familia, alumnos y personal académico).

4.3.4 CUMPLIMIENTO DE LEYES, NORMAS Y REGLAMENTOS.

La infraestructura física educativa cuenta con normas técnicas que rigen la construcción de aulas de educación básica. Se identificaron aquellas que tienen relación con el tema en cuestión, sin embargo, al revisarlas se encontraron escasos lineamientos que permitieran evaluar los criterios ambientales, sociales y económicos planteados en este análisis. Por este motivo, no se tomarán en cuenta como elemento de evaluación. Enseguida se presentan la normatividad que se vincula con la parte de la envolvente a valorar (techo) y los lineamientos a considerar de manera general.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA ESTUDIOS, PROYECTOS, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES 2014.

Volumen 3. Habitabilidad y funcionamiento. Tomo I. Diseño arquitectónico.

3.2.9.4 Confort térmico. Las temperaturas secas recomendables, para una humidificación relativa del aire de 50% y movimiento de 0 a 0.2 m/s, deberán ser de acuerdo a la tabla No.3.7:

Tabla No.3.7

TEMPERATURA SECA RECOMENDABLE (HR=50%)	
ESPACIOS	TEMPERATURA
Aulas, laboratorios, bibliotecas, salas de lectura, cafeterías y administraciones	18° a 25°C
Trabajos manuales, talleres y lavanderías	15° a 25°C
Gimnasios	12° a 25°C
Examen médico	24°C
Dormitorios	25°C

Es recomendable auxiliarse de cortinas de árboles para reducir o filtrar la penetración de los rayos solares dentro de los locales destinados a la enseñanza.

Volumen 6, Edificación. Tomo I. Generalidades.

1.2. MATERIALES

Los materiales que se utilicen en la ejecución de las obras a que se refiere este Volumen, cumplirán con las normas oficiales mexicanas que le sean aplicables, las especificaciones que sobre materiales contenga el proyecto ejecutivo y con las especificaciones particulares que emita el Instituto.

Volumen 6, Edificación. Tomo I. Generalidades. Tomo VIII. Techos y plafones.

2. TECHOS

2.1 DEFINICIÓN

Los techos son la cubierta de un edificio, apoyada en elementos estructurales, cuya finalidad es proteger su interior de los agentes climáticos.

Este tomo, se refiere a los requisitos de ejecución de la losa. No menciona lineamientos a otros materiales que no sean los del estado actual de las aulas o ajenos al diseño predeterminado.

Volumen 7. Conservación. Tomo I. Envolvente

5.4 TECHOS

Realizar una inspección al menos dos veces al año y cada que sucedan fenómenos atmosféricos de importancia.

Hacer limpieza periódica con escoba suave. Revisar que los canales, desagües y bajadas de aguas pluviales permanezcan libres de hojas, basura y lodo acumulado. Así mismo, retirar vidrios, tachuelas, piedras o elementos que puedan perforar la impermeabilización.

Evitar el crecimiento de plantas y arbustos en el techo y cubiertas.

CRITERIOS NORMATIVOS INIFED.

Criterios de Diseño Arquitectónico para Educación Básica – Primaria

Las instalaciones educativas serán diseñadas para apoyar los procesos pedagógicos y ofrecer un ambiente de aprendizaje flexible, seguro y estimulante y deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- **Pedagógicamente efectivas.** Proporcionan ambientes de aprendizaje en los que caben las necesidades presentes y futuras.
- **Estimulantes.** Proporcionan ambientes que propician la creatividad.
- **Saludables y productivas.** Permiten a alumnos y docentes alcanzar su máximo potencial proporcionando ambientes saludables, seguros, cómodos y accesibles.

- **Rentables.** Permiten el ahorro de costos de construcción y operación mediante el uso de materiales y sistemas que hacen más eficiente su construcción, operación y mantenimiento.
- **Sustentables.** Minimizan el impacto al medio ambiente y maximizan el uso de fuentes renovables no contaminantes.
- **Centrada en la comunidad.** Mediante la creación de escuelas que formen parte integral de las comunidades que la rodean.

4.3.5 EVALUACIÓN DETALLADA DEL ALCANCE

CRITERIOS AMBIENTALES.

La dimensión ambiental tiene como objetivo, reducir la huella ambiental en términos de energía y su asociación con los gases de efecto invernadero, agua, tierra, uso de materiales y desechos. Asegurar la salud de las edificaciones y de los entornos ambientales circundantes, que incluye los impactos en la salud de la población y la reducción de la contaminación.

A continuación se enlistan los criterios ambientales que se evalúan para cada sistema constructivo de techo escudo:

1A. Utilizar materiales locales.

El objetivo de este criterio es la aplicación de materiales que se encuentren en la región de estudio y que además, se fabrique en el mismo lugar. Lo que evitaría el traslado de materia prima, y/o producto terminado; de tal manera, se reduzcan las emisiones de contaminantes al ambiente.

A1. UTILIZAR MATERIALES LOCALES			
	Tarima de madera	Malla sombra	Teja de barro
Lugar de disponibilidad	Tepic, Nayarit	Tepic, Nayarit	Tepic, Nayarit
Lugar de fabricación	Guadalajara, Jalisco	Guadalajara, Jalisco	Tepic, Nayarit

Tabla 36. A1.Utilizar materiales locales.
Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo a la información de la tabla 36, se define el puntaje para este criterio. Determinada de la siguiente manera:

• **Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 1A.**

				Sistema 1	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema 2 Pnd	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
LUGAR DE DISPONIBILIDAD	Ponderación relativa sustentable			Tarima de madera		Malla sombra		Teja de barro	
Local/Municipal	10.00	50.00%	25.00%	10.00	50.00%	10.00	50.00%	10.00	50.00%
Estatad	6.67	33.33%	16.67%		0.00%		0.00%		0.00%
Otro estado	3.33	16.67%	8.33%		0.00%		0.00%		0.00%
Sub total	20	100.00%	50.00%		50.00%		50.00%		50.00%
LUGAR DE FABRICACIÓN									
Local/Municipal	10.00	50.00%	25.00%		0.00%		0.00%	10.00	50.00%
Estatad	6.67	33.33%	16.67%		0.00%		0.00%		0.00%
Otro estado	3.33	16.67%	8.33%	3.33	16.67%	3.33	16.67%		0.00%
Sub total	20	100.00%	50.00%		16.67%		16.67%		50.00%
TOTAL				13.33	66.67%	13.33	66.67%	20.00	100.00%
PUNTOS 1-10					6.67		6.67		10.00

Tabla 37. 1A.Utilizar materiales locales (Evaluación).

Fuente. Elaboración propia.

2A. Mejorar el desempeño medioambiental de las aulas de clase: para disminuir el uso de sistemas mecánicos o aire acondicionado.

El comportamiento térmico de la envolvente en las aulas referidas, se ve influenciado por las características del sistema constructivo y la eficiencia para aumentar o reducir la ganancia de calor, emitida por el sol. El objetivo de este criterio es mejorar las condiciones térmicas del espacio interior de manera sustentable, evitando el uso de sistemas de refrigeración, que se traduce en un ahorro de energía eléctrica.

La evaluación de este criterio, toma en cuenta los resultados del cálculo de la NOM-008-ENER-2001, del estado actual combinado con las propuestas de materiales respectivamente.

a) Coeficiente global de transferencia de calor de una porción

Previo al resultado final de la norma, se realiza el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie en W/m²K. La porción referida es el techo de los salones de clases. Se retoma este cálculo para conocer la capacidad de transferencia de calor que tiene cada material (tarima de madera, malla sombra y teja de barro) como parte del sistema constructivo con las siguientes capas: aplanado-losa de concreto armado-impermeabilizante-techo escudo.

Como referencia se presenta también el coeficiente de la losa actual: aplanado-losa de concreto armado-impermeabilizante.

Material	Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K)
Concreto armado (Estado Actual)	2.9824
Tarima de madera	0.2985
Malla sombra	0.1683
Teja de barro	0.7781

Tabla 38. 2A.Coficiente global de transferencia de calor (K).
Fuente. Elaboración propia, a través de la aplicación de la NOM-008ENER-2001

b) Ahorro de kwh al mes.

Se refiere a la reducción del gasto de energía eléctrica por uso de sistemas de acondicionamiento. Para realizar este cálculo se tomaron los resultados finales de la ganancia total de calor (watts térmicos) de cada propuesta; estos valores traducidos a ahorro de energía eléctrica (watts eléctricos), es decir, aquellos que no se consumen para lograr un confort térmico, ya que se evita el uso de sistemas de enfriamiento, a través de las propuestas bioclimáticas.

- I. Reducción de ganancia de calor Kw térmicos. En la NOM-008-ENER-2001, el edificio de referencia denota el presupuesto energético máximo para lograr condiciones de confort, a través de la eficiencia de la envolvente. Para cumplir la norma, el proyectado entonces debe quedar al menos igual o por debajo de este valor. Esta diferencia es la reducción de ganancia de calor.

Material	Ganancia de calor (kw) Edificio de referencia	Ganancia de calor (kw) Edificio proyectado	Reducción de ganancia de calor (kw)
Tarima de madera	2.887	1.371	1.52
Malla sombra	2.887	1.246	1.64
Teja de barro	2.887	1.833	1.05

Tabla 39. Reducción de ganancia de calor.
Fuente. Elaboración propia, a través de la aplicación de la NOM-008ENER-2001

- II. Kw térmicos a kwh eléctricos. Para lograr esta traducción, es preciso realizar las siguientes equivalencias y considerar lo siguiente:

3.5 kw = 1 ton de refrigeración = 12,000 BTU/h

Equipo de aire acondicionado: 1,000 BTU/h por cada 0.0933 kwh eléctricos.

Horario de uso del aula: 8 horas diarias.

Los datos y metodología para determinar el ahorro energético, se tomó como referencia un trabajo de investigación de la aplicación de la NOM-008-ENER-2001, realizado por Gallego Maraña, L., 2013; asesorado por el Dr. David Morillón Gálvez.

Material	Reducción de ganancia de calor Kw	BTU/h	Kwh eléctrico	Horas de uso al día	Días del mes	Ahorro de Kwh al mes
Tarima de madera	1.52	5196.34	0.48	8	30	116.36
Malla sombra	1.64	5625.63	0.52	8	30	125.97
Teja de barro	1.05	3612.72	0.34	8	30	80.90

Tabla 40. Ahorro de kwh. Fuente. Elaboración propia.

• **Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 2A.**

				Sistema 1	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema 2 Pnd	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE LA PORCIÓN (K)	Ponderación relativa sustentable			Tarima de madera		Malla sombra		Teja de barro	
0.10 - 0.20 w/m ² K	10.00	50.00%	25.00%		0.00%	10.00	50.00%		0.00%
0.21 - 0.30 w/m ² K	6.67	33.33%	16.67%	6.67	33.33%		0.00%		0.00%
Más de 0.30 w/m ² K	3.33	16.67%	8.33%		0.00%		0.00%	3.33	16.67%
Sub total	20	100.00%	50.00%		33.33%		50.00%		16.67%
AHORRO DE KWH AL MES									
Más de 120Kwh	10.00	50.00%	25.00%		0.00%	10.00	50.00%		0.00%
101Kwh - 120Kwh	6.67	33.33%	16.67%	6.67	33.33%		0.00%		0.00%
Menos de 100 Kwh	3.33	16.67%	8.33%		0.00%		0.00%	3.33	16.67%
Sub total	20	100.00%	50.00%		33.33%		50.00%		16.67%
TOTAL				13.33	66.67%	20.00	100.00%	6.67	33.33%
PUNTOS 1-10					6.67		10.00		3.33

Tabla 41. 2A. Mejorar el desempeño medioambiental de las aulas de clase: para disminuir el uso de sistemas mecánicos o aire acondicionado (Evaluación).

Fuente. Elaboración propia.

3A. Promover el uso de materiales biodegradables.

El objetivo de este criterio es la promoción acerca del uso de materiales biodegradables, que se refiere al período que requiere el proceso de descomposición. Con información de los fabricantes de cada material seleccionado, se definen los años de degradación para cada uno de ellos.

- **Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 3A.**

				Sistema	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema Pnd 2	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
PERÍODO DE DEGRADACIÓN				Ponderacion relativa sustentable		Tarima de madera	Malla sombra	Teja de barro	
1-10 años	10.00	50.00%	50.00%	10.00	100.00%		0.00%		0.00%
10-100 años	6.67	33.33%	33.33%		0.00%		0.00%		0.00%
más de 100 años	3.33	16.67%	16.67%		0.00%	3.33	33.33%	3.33	33.33%
TOTAL	20	100.00%	100.00%	10.00	100.00%	3.33	33.33%	3.33	33.33%
				PUNTOS 1-10		10.00		3.33	3.33

Tabla 42. 3A. Promover el uso de materiales biodegradables (Evaluación).
Fuente. Elaboración propia.

4A. Uso del material: 1°uso, reutilizado y reciclable.

Este criterio considera el estado del material cuando es adquirido, es decir, evaluando si es el primer uso del material, si se está reutilizando o si ya pasó por un proceso de reciclado.

- **Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 4A.**

				Sistema	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema Pnd 2	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
USO				Ponderacion relativa sustentable		Tarima de madera	Malla sombra	Teja de barro	
Reutilizado	10.00	50.00%	50.00%	10.00	100.00%		0.00%		0.00%
Reciclado	6.67	33.33%	33.33%		0.00%	6.67	66.67%		0.00%
1° Uso	3.33	16.67%	16.67%		0.00%		0.00%	3.33	33.33%
TOTAL	20	100.00%	100.00%	10.00	100.00%	6.67	66.67%	3.33	33.33%
				PUNTOS 1-10		10.00		6.67	3.33

Tabla 43. 4A. Uso del material: 1°uso, reutilizado y reciclable (Evaluación).
Fuente. Elaboración propia.

5A. Ahorro de energía eléctrica y la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO²).

La eficiencia térmica de la envolvente de un edificio, evita el uso de sistemas de enfriamiento para alcanzar condiciones de confort para los usuarios. Esto se traduce a un ahorro de energía eléctrica y por tanto, se reduce la emisión de contaminantes, como es el dióxido de carbono. Se tiene la siguiente relación equivalente: 0.5 kg de CO₂ por cada kWh eléctrico (FIDE, 2016).

Material	Ahorro de Kwh eléctrico al mes	Reducción de emisiones CO ₂ al mes (kg)
Tarima de madera	116.36	58.18
Malla sombra	125.97	62.985
Teja de barro	80.9	40.45

Tabla 44. Ahorro energético y reducción de emisiones Co².
Fuente. Elaboración propia.

• Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 5A.

				Sistema 1	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema 2 Pnd	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
AHORRO DE KWH AL MES		Ponderación relativa sustentable		Tarima de madera		Malla sombra		Teja de barro	
Más de 120Kwh	10.00	50.00%	25.00%		0.00%	10.00	50.00%		0.00%
101Kwh - 120Kwh	6.67	33.33%	16.67%	6.67	33.33%		0.00%		0.00%
Menos de 100 Kwh	3.33	16.67%	8.33%		0.00%		0.00%	3.33	16.67%
Sub total	20	100.00%	50.00%		33.33%		50.00%		16.67%
REDUCCIÓN DE EMISIONES CO ² AL MES									
Más de 60kg Co ₂	10.00	50.00%	25.00%		0.00%	10.00	50.00%		0.00%
50kg Co ₂ - 60kg Co ₂	6.67	33.33%	16.67%	6.67	33.33%		0.00%		0.00%
Menos de 50 kg Co ²	3.33	16.67%	8.33%		0.00%		0.00%	3.33	16.67%
Sub total	20	100.00%	50.00%		33.33%		50.00%		16.67%
TOTAL				13.33	66.67%	20.00	100.00%	6.67	33.33%
PUNTOS 1-10					6.67		10.00		3.33

Tabla 45. 5A. Uso del material: 1°uso, reutilizado y reciclable (Evaluación).

Fuente. Elaboración propia.

CRITERIOS SOCIALES.

La dimensión social, pretende crear edificaciones asequibles, de calidad, inclusivas, seguras y saludables. Pretende mejorar la calidad de vida de los usuarios y la sociedad en general.

1S. Crear satisfacción y comodidad de los usuarios, a través de la implementación de mejoras en el comportamiento térmico de la envolvente.

Confort se define como un estado de satisfacción del ser humano. Para lograr dicha satisfacción será necesaria la implementación de techo escudo para mejorar el comportamiento térmico de las aulas. Que permitan mejorar la calidad de vida de los ocupantes y lograr ahorros significativos en la factura eléctrica de la escuela primaria, por la reducción de consumo.

Para evaluar la satisfacción en el aula, será necesario identificar dos parámetros:

- a) **Coefficiente global de transferencia de calor de la porción (K).** (Ver *Tabla 38. A2. Coeficiente global de transferencia de calor (K)*).
- b) **Ahorro de energía.** Se evalúa según los resultados de la aplicación de la norma. Es decir, por la diferencia de ganancia de calor por conducción y radiación entre el edificio de referencia en edificio proyectado (con propuesta). Dado el ahorro en porcentaje (%), de acuerdo a la etiqueta de la NOM-008-ENER-2001 cuando la envolvente cumple con los requerimientos.

Material	Ganancia de calor (kw) Edificio de referencia	Ganancia de calor (kw) Edificio proyectado	Reducción de ganancia de calor (kw)	Ahorro de energía (%)
Tarima de madera	2.887	1.371	1.52	52.51
Malla sombra	2.887	1.246	1.64	56.84
Teja de barro	2.887	1.833	1.05	36.51

Tabla 46. Parámetros de evaluación del criterio 1S.

Fuente. Elaboración propia.

• Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 2S.

				Sistema 1	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema 2 Pnd	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE LA PORCIÓN (K)		Ponderación relativa sustentable		Tarima de madera		Malla sombra		Teja de barro	
0.10 - 0.20 w/m2 K	10.00	50.00%	25.00%		0.00%	10.00	50.00%		0.00%
0.21 - 0.30 w/m2 K	6.67	33.33%	16.67%	6.67	33.33%		0.00%		0.00%
Más de 0.30 w/m ² K	3.33	16.67%	8.33%		0.00%		0.00%	3.33	16.67%
Sub total	20	100.00%	50.00%		33.33%		50.00%		16.67%
AHORRO DE ENERGÍA									
Más de 55%	10.00	50.00%	25.00%		0.00%	10.00	50.00%		0.00%
50% - 55%	6.67	33.33%	16.67%	6.67	33.33%		0.00%		0.00%
Menos de 50%	3.33	16.67%	8.33%		0.00%		0.00%	3.33	16.67%
Sub total	20	100.00%	50.00%		33.33%		50.00%		16.67%
			TOTAL	13.33	66.67%	20.00	100.00%	6.67	33.33%
			PUNTOS 1-10		6.67		10.00		3.33

Tabla 47. 1S. Crear satisfacción y comodidad de los usuarios, a través de la implementación de mejoras en el comportamiento térmico de la envolvente (Evaluación).

Fuente. Elaboración propia.

2S. Participación social en la instalación de la tecnología.

El criterio tiene el objeto de evaluar la participación de la sociedad de padres de familia, y si es posible, alumnos y personal académico de la escuela primaria. En relación con el proceso de instalación de cada sistema propuesto. De acuerdo a la siguiente descripción se evalúa cada parámetro.

Instalación	Descripción
Sencilla	<ul style="list-style-type: none"> El sistema (techo escudo) está constituido por piezas manejables por una persona adulta. Los materiales son reconocidos en la vida diaria. Requiere del uso de herramientas básicas: taladro, destornillador, serrucho, etc. No requiere de un experto para su instalación ni asesoramiento de este.
Moderada	<ul style="list-style-type: none"> El sistema (techo escudo) está constituido por piezas manejables por una persona adulta.

	<ul style="list-style-type: none"> Los materiales son reconocidos en la vida diaria. Requiere del uso de herramientas básicas: taladro, destornillador, serrucho, etc. Requiere asesoramiento de un experto.
Especializada	<ul style="list-style-type: none"> Únicamente un experto en la materia puede realizar la instalación.

Tabla 48. Parámetros de evaluación del criterio 2S.

Fuente. Elaboración propia.

• **Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 2S.**

				Sistema	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema Pnd 2	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
MANO DE OBRA		Ponderacion relativa sustentable		Tarima de madera		Malla sombra		Teja de barro	
Sencilla	10.00	50.00%	50.00%	10.00	100.00%		0.00%		0.00%
Moderada	6.67	33.33%	33.33%		0.00%	6.67	66.67%	6.67	66.67%
Especializada	3.33	16.67%	16.67%		0.00%		0.00%		0.00%
TOTAL	20	100.00%	100.00%	10.00	100.00%	6.67	66.67%	6.67	66.67%
PUNTOS 1-10					10.00		6.67		6.67

Tabla 49. 2S. Participación social en la instalación de la tecnología (Evaluación).

Fuente. Elaboración propia.

3S. Reducir riesgos en la salud de los usuarios, evitando el uso de sistemas mecánicos o aire acondicionado.

La salud de los usuarios es tan importante como el edificio mismo. Existe una relación íntima entre estos. Cuando el espacio interior cumple con la condiciones de confort térmico, sin la necesidad de dispositivos de enfriamiento que generan cambios bruscos de temperatura con el consiguiente riesgo de alterar la salud de los usuarios; entonces el edificio tiene un comportamiento térmico eficiente. Se evalúa el siguiente aspecto:

- a) **Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K).** (Ver descripción y Tabla 38. 2A. Coeficiente global de transferencia de calor (K)).

• **Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 3S.**

				Sistema	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema Pnd 2	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE LA PORCIÓN (K)		Ponderacion relativa sustentable		Tarima de madera		Malla sombra		Teja de barro	
0.10 - 0.20 w/m ² K	10.00	50.00%	50.00%		0.00%	10.00	100.00%		0.00%
0.21 - 0.30 w/m ² K	6.67	33.33%	33.33%	6.67	66.67%		0.00%		0.00%
Más de 0.30 w/m ² K	3.33	16.67%	16.67%		0.00%		0.00%	3.33	33.33%
TOTAL	20	100.00%	100.00%	6.67	66.67%	10.00	100.00%	3.33	33.33%
				PUNTOS 1-10	6.67		10.00		3.33

Tabla 50. 3S. Reducir riesgos en la salud de los usuarios, evitando el uso de sistemas mecánicos o aire acondicionado (Evaluación). *Fuente. Elaboración propia.*

4S. Permitir a alumnos y docentes alcanzar su máximo potencial proporcionando ambientes cómodos.

Dentro de la normatividad de INIFE, presenta una serie de criterios de diseño del que se retomó precisamente este. (Véase, *Criterios de diseño arquitectónico para educación básica – Primaria*). El cual se refiere a las condiciones que el aula les ofrece a los principales actores (alumnos y docentes), que permitan desarrollar sus actividades adecuadamente y que incite a destacar habilidades y capacidades, sin ningún distractor térmico que pueda incidir en ello. Para evaluar este criterio es necesario revisar nuevamente la capacidad que tiene cada material para transferir calor al interior de las aulas. (Véase *Tabla 38. 2A. Coeficiente global de transferencia de calor (K)*).

• **Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 4S.**

				Sistema	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema Pnd 2	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE LA PORCIÓN (K)		Ponderacion relativa sustentable		Tarima de madera		Malla sombra		Teja de barro	
0.10 - 0.20 w/m ² K	10.00	50.00%	50.00%		0.00%	10.00	100.00%		0.00%
0.21 - 0.30 w/m ² K	6.67	33.33%	33.33%	6.67	66.67%		0.00%		0.00%
Más de 0.30 w/m ² K	3.33	16.67%	16.67%		0.00%		0.00%	3.33	33.33%
TOTAL	20	100.00%	100.00%	6.67	66.67%	10.00	100.00%	3.33	33.33%
				PUNTOS 1-10	6.67		10.00		3.33

Tabla 51. 4S. Permitir a alumnos y docentes alcanzar su máximo potencial proporcionando ambientes cómodos. (Evaluación). *Fuente. Elaboración propia.*

5S. Participación social en el mantenimiento del sistema.

Para garantizar al máximo la vida útil de los materiales, es necesario dar el mantenimiento y protección por exposición a la intemperie de los materiales. El objetivo de este criterio es evaluar la participación de los padres de familia en el mantenimiento, es decir, sin requerir de un experto para realizarlo, lo que en su momento requeriría un costo extra. Se considera lo siguiente:

Tarima de madera. Necesita protección de agentes externos como la humedad. A base de un sellador para madera. Se aplica con brocha.

Malla sombra. No requiere mantenimiento y/o protección.

Teja de barro. Es necesario recubrir el material con un sellador. Aplicado con brocha y/o rodillo.

Instalación	Descripción
Sencilla	<ul style="list-style-type: none"> Los materiales son reconocidos en la vida diaria. Requiere del uso de herramientas básicas: brocha, rodillo, lija, etc. No requiere de un experto para su instalación ni asesoramiento de este.
Moderada	<ul style="list-style-type: none"> Los materiales son reconocidos en la vida diaria. Requiere del uso de herramientas básicas: brocha, rodillo, lija, etc. Requiere asesoramiento de un experto.
Especializada	<ul style="list-style-type: none"> Únicamente un experto en la materia puede realizar la instalación.

Tabla 52. Parámetros de evaluación del criterio 5S.

Fuente. Elaboración propia.

• Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 5S.

				Sistema	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema Pnd 2	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
MANO DE OBRA MANTENIMIENTO				Ponderación relativa sustentable		Tarima de madera	Malla sombra	Teja de barro	
Sencilla	10.00	50.00%	50.00%		0.00%	10.00	100.00%		0.00%
Moderada	6.67	33.33%	33.33%	6.67	66.67%		0.00%	6.67	66.67%
Especializada	3.33	16.67%	16.67%		0.00%		0.00%		0.00%
TOTAL	20	100.00%	100.00%	6.67	66.67%	10.00	100.00%	6.67	66.67%
				PUNTOS 1-10		6.67	10.00		6.67

Tabla 53. 5S. Participación social en el mantenimiento del sistema (Evaluación).

Fuente. Elaboración propia.

- **CRITERIOS ECONÓMICOS.**

La dimensión económica de la sustentabilidad se centra en mantener el proceso de desarrollo económico de la sociedad.

1E. Contribuir positivamente al desarrollo económico local mediante la utilización de materiales locales.

Cuando los materiales se producen y se consumen en el mismo sitio, se ven beneficiados ambos actores. Esto es lo que busca el presente criterio, promover que el uso de los materiales de la construcción tenga origen en el sitio donde se aplican, evitando el traslado de materia prima y/o producto terminado. (Véase *Tabla 36. A1.Utilizar materiales locales*).

- **Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 1E.**

				Sistema 1	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema 2 Pnd	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
LUGAR DE DISPONIBILIDAD	Ponderación relativa sustentable			Tarima de madera		Malla sombra		Teja de barro	
Local/Municipal	10.00	50.00%	25.00%	10.00	50.00%	10.00	50.00%	10.00	50.00%
Estatad	6.67	33.33%	16.67%		0.00%		0.00%		0.00%
Otro estado	3.33	16.67%	8.33%		0.00%		0.00%		0.00%
Sub total	20	100.00%	50.00%		50.00%		50.00%		50.00%
LUGAR DE FABRICACIÓN									
Local/Municipal	10.00	50.00%	25.00%		0.00%		0.00%	10.00	50.00%
Estatad	6.67	33.33%	16.67%		0.00%		0.00%		0.00%
Otro estado	3.33	16.67%	8.33%	3.33	16.67%	3.33	16.67%		0.00%
Sub total	20	100.00%	50.00%		16.67%		16.67%		50.00%
TOTAL				13.33	66.67%	13.33	66.67%	20.00	100.00%
PUNTOS 1-10					6.67		6.67		10.00

Tabla 54. 1E. Contribuir positivamente al desarrollo económico local mediante la utilización de materiales locales (Evaluación).

Fuente. Elaboración propia.

2E. Duración promedio de la vida del producto.

La vida útil promedio de un producto, tiene que ver con el período de garantía que da el fabricante. De ahí en adelante se empieza deteriorar. Es un criterio que se relaciona con la inversión inicial del sistema y mantenimiento, lo cual se aborda en los siguientes criterios (3E y 4E).

• Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 2E.

				Sistema	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema Pnd 2	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
VIDA DEL PRODUCTO		Ponderación relativa sustentable		Tarima de madera		Malla sombra		Teja de barro	
Más de 10 años	10.00	50.00%	50.00%		0.00%		0.00%	10.00	100.00%
5-10 años	6.67	33.33%	33.33%		0.00%	6.67	66.67%		0.00%
Menos de 5 años	3.33	16.67%	16.67%	3.33	33.33%		0.00%		0.00%
TOTAL	20	100.00%	100.00%	3.33	33.33%	6.67	66.67%	10.00	100.00%
PUNTOS 1-10					3.33		6.67		10.00

Tabla 55. 2E. Duración promedio de la vida del producto (Evaluación).

Fuente. Elaboración propia.

3E. Inversión inicial.

Este criterio aborda el monto económico o inversión que conlleva la aplicación de cada sistema (techo escudo: tarima de madera, malla sombra o teja de barro). Se considera el precio del material base y los elementos de fijación respectivamente. Se estima un monto por aula.

		Tarima de madera	Malla sombra	Teja de barro
Material base	Lugar de fabricación	Guadalajara, Jalisco	Guadalajara, Jalisco	Tepic, Nayarit
	Lugar disponible	Tepic, Nayarit	Tepic, Nayarit	Tepic, Nayarit
	Unidad	pza	ml (1.80m ancho)	m ²
	Precio unitario	\$20.00	\$90.00	\$165.00
	Cantidad requerida	56	39.5	70
	Subtotal	\$1,120.00	\$3,555.00	\$11,550.00
Fijación	Elemento de fijación	Pija c/taquete	Polín Montén6"x2"x6m y pijas c/taquete	Pega teja
	Precio unitario	\$70.00	\$410.00	\$102.00
	Unidad	Paquete de 100 pzas	pza	Saco
	Cantidad requerida	5	8	1
	Subtotal	\$350.00	\$3,280.00	\$102.00
Costo estimado x aula		\$1,470.00	\$6,835.00	\$11,652.00

Tabla 56. Parámetro de evaluación criterio 3E.

Fuente. Elaboración propia, con información del fabricante.

• Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 3E.

				Sistema	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema Pnd 2	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
COSTO ESTIMADO POR AULA TIPO		Ponderacion relativa sustentable		Tarima de madera		Malla sombra		Teja de barro	
Menos de \$5,000	10.00	50.00%	50.00%	10.00	100.00%		0.00%		0.00%
\$5,000 - \$10,000	6.67	33.33%	33.33%		0.00%	6.67	66.67%		0.00%
Más de \$10,000	3.33	16.67%	16.67%		0.00%		0.00%	3.33	33.33%
TOTAL	20	100.00%	100.00%	10.00	100.00%	6.67	66.67%	3.33	33.33%
PUNTOS 1-10					10.00		6.67		3.33

Tabla 57. 3E. Inversión inicial (Evaluación).

Fuente. Elaboración propia.

4E. Costo por mantenimiento.

En primer plano se presentó la durabilidad del sistema, el cual se liga con su mantenimiento, es decir, si el producto no tiene el mantenimiento que requiere se reduce el período de vida de los materiales, y más aún cuando se encuentran expuestos a la intemperie. El criterio evalúa lo siguiente:

	Tarima de madera (Sellador)	Malla sombra	Teja de barro (Sellador)
Unidad	lt	No requiere	lt
Precio unitario	\$129.00		\$107.00
Rendimiento m2/lt	10		5
Cantidad requerida	7		14
TOTAL	\$903.00	\$0.00	\$1,498.00

Tabla 58. 3E. Parámetros de evaluación, criterio 4E.

Fuente. Elaboración propia, con datos del fabricante.

• Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 4E.

				Sistema 1	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema 2 Pnd	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
COSTO POR MANTENIMIENTO		Ponderación relativa sustentable		Tarima de madera		Malla sombra		Teja de barro	
Sin costo	10.00	50.00%	25.00%		0.00%	10.00	50.00%		0.00%
\$1 - \$1000	6.67	33.33%	16.67%		0.00%		0.00%	6.67	33.33%
\$1,001 - 2,000	3.33	16.67%	8.33%	3.33	16.67%		0.00%		0.00%
Sub total	20	100.00%	50.00%		16.67%		50.00%		33.33%
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO									
No requiere	10.00	50.00%	25.00%		0.00%	10.00	50.00%		0.00%
Cada 2-3 años	6.67	33.33%	16.67%		0.00%		0.00%	6.67	33.33%
1 vez al año	3.33	16.67%	8.33%	3.33	16.67%		0.00%		0.00%
Sub total	20	100.00%	50.00%		16.67%		50.00%		33.33%
			TOTAL	6.67	33.33%	20.00	100.00%	13.33	66.67%
			PUNTOS 1-10		3.33		10.00		6.67

Tabla 59. 4E. Costo por mantenimiento (Evaluación).

Fuente. Elaboración propia.

5E. Ahorro económico por menor consumo de energía eléctrica.

La aplicación de un sistema techo escudo reduce el consumo de energía eléctrica en la edificación. El valor depende del material de la doble cubierta que evalúe. El ahorro de energía repercute en ahorros económicos para un plantel educativo. Para evaluar este criterio se retoman los datos obtenidos en el criterio 2A. (Mejorar el desempeño medioambiental de las aulas de clase: para disminuir el uso de sistemas mecánicos o aire acondicionado). Donde se define la cantidad de reducción de Kwh al mes, por cada aula. Estos datos se complementan con la tarifa por kwh, definida por CFE (Comisión Nacional de electricidad). Mes de abril 2016.

Tarifas Generales de baja tensión

Tarifa 2

Consultar tarifas de: 2016 ▼

CARGO POR ENERGÍA (\$/KWH)							
Rango	Dic./2015	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
1 - 50	1.953	1.981	2.051	2.021	2.111		
51 - 100	2.357	2.390	2.474	2.437	2.546		
Adic.	2.597	2.634	2.727	2.687	2.807		
CARGO FIJO (\$)							
Mensual	56.96	56.91	57.21	58.15	58.94		

Tabla 60. Tarifa por kwh, para escuelas.

Fuente. CFE.

Material	Reducción de ganancia de calor Kw	BTU/h	Kwh eléctrico	Horas de uso al día	Días del mes	Reducción de Kwh al mes	Tarifa Kwh	Ahorro mensual
Tarima de madera	1.52	5196.34	0.48	8	30	116.36	\$2.11	\$245.63
Malla sombra	1.64	5625.63	0.52	8	30	125.97	\$2.11	\$265.92
Teja de barro	1.05	3612.72	0.34	8	30	80.90	\$2.11	\$170.77

Tabla 61. Parámetro de evaluación criterio 5E.

Fuente.

- **Tabla de evaluación de sistemas. Criterio 5E.**

				Sistema	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema Pnd 2	Sistema 3	Sistema 3 Pnd
AHORRO ECONÓMICO MENSUAL		Ponderacion relativa sustentable		Tarima de madera	Malla sombra		Teja de barro		
\$250 - \$300	10.00	50.00%	50.00%		0.00%	10.00	100.00%		0.00%
\$200 - \$250	6.67	33.33%	33.33%	6.67	66.67%		0.00%		0.00%
\$150 - \$200	3.33	16.67%	16.67%		0.00%		0.00%	3.33	33.33%
TOTAL	20	100.00%	100.00%	6.67	66.67%	10.00	100.00%	3.33	33.33%
PUNTOS 1-10					6.67		10.00		3.33

Tabla 62. 5E. Ahorro económico por menor consumo de energía eléctrica (Evaluación).

Fuente. Elaboración propia.

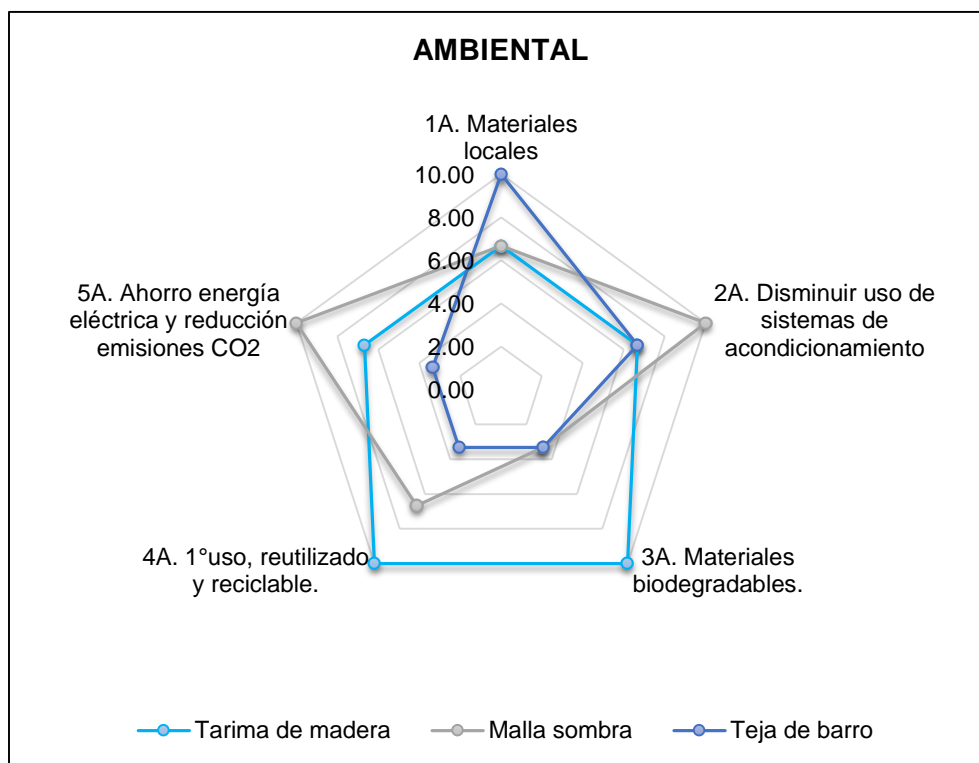
EVALUACIÓN DE NIVEL OPERACIONAL

		Sistema 1	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema 2 Pond	Sistema 3	Sistema 3 Pond
DIMENSIÓN AMBIENTAL	Ponderación relativa sustentable	Tarima de madera		Malla sombra		Teja de barro	
1A. Utilizar materiales disponibles localmente.	6.67%	6.67	4.45	6.67	4.45	10.00	6.67
2A. Mejorar el desempeño medioambiental de las aulas de clase: para disminuir el uso de sistemas mecánicos o aire acondicionado.	6.67%	6.67	4.45	10.00	6.67	6.67	4.45
3A. Promover el uso de materiales biodegradables.	6.67%	10.00	6.67	3.33	2.22	3.33	2.22
4A. Uso del material: 1°uso, reutilizado y reciclable.	6.67%	10.00	6.67	6.67	4.45	3.33	2.22
5A. Ahorro de energía eléctrica y la reducción de emisiones de CO ² dóxido de carbono.	6.67%	6.67	4.45	10.00	6.67	3.33	2.22
Sub total	33.33%		26.67		24.45		17.77
DIMENSIÓN SOCIAL							
1S. Crear satisfacción y comodidad de los usuarios, a través de la implementación de mejoras en el comportamiento térmico de la envolvente.	6.67%	6.67	4.45	10.00	6.67	3.33	2.22
2S. Participación social en la instalación de la tecnología.	6.67%	10.00	6.67	6.67	4.45	6.67	4.45
3S. Reducir riesgos en la salud de los usuarios, evitando el uso de sistemas mecánicos o aire acondicionado.	6.67%	6.67	4.45	10.00	6.67	3.33	2.22
4S. Permitir a alumnos y docentes alcanzar su máximo potencial proporcionando ambientes cómodos.	6.67%	6.67	4.45	10.00	6.67	3.33	2.22
5S. Participación social en el mantenimiento del sistema.	6.67%	6.67	4.45	10.00	6.67	6.67	4.45
Sub total	33.33%		24.45		31.11		15.55
DIMENSIÓN ECONÓMICA							
1E. Contribuir positivamente al desarrollo económico local mediante la utilización de materiales locales.	6.67%	6.67	4.45	6.67	4.45	10.00	6.67
2E. Duración promedio de la vida del producto.	6.67%	3.33	2.22	6.67	4.45	10.00	6.67
3E. Inversión inicial.	6.67%	10.00	6.67	6.67	4.45	3.33	2.22
4E. Costo por mantenimiento.	6.67%	5.00	3.33	10.00	6.67	5.00	3.33
5E. Ahorro económico por menor consumo de energía eléctrica	6.67%	6.67	4.45	10.00	6.67	3.33	2.22
Sub total	33.33%		21.11		26.67		21.11
TOTAL			72.24		82.23		54.43

Tabla 63. Evaluación de nivel operacional.

Fuente. Elaboración propia.

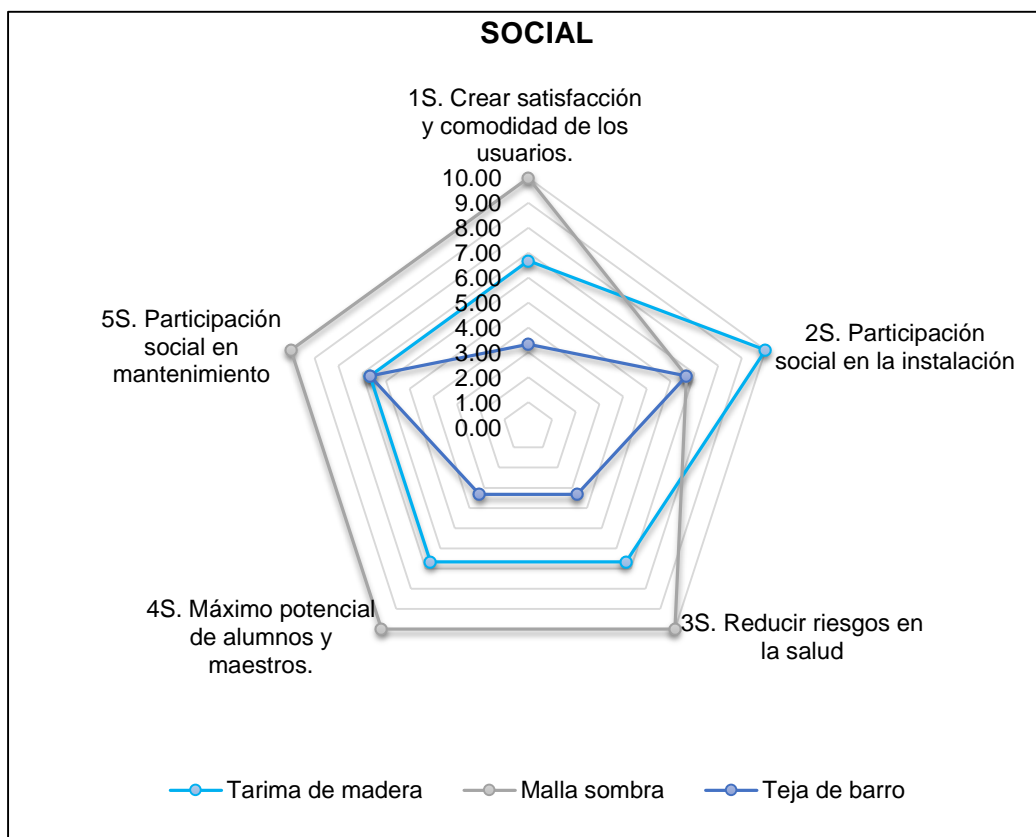
4.3.6 CONCLUSIONES DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA TECHO ESCUDO



Gráfica 68. Evaluación dimensión ambiental.

Fuente.

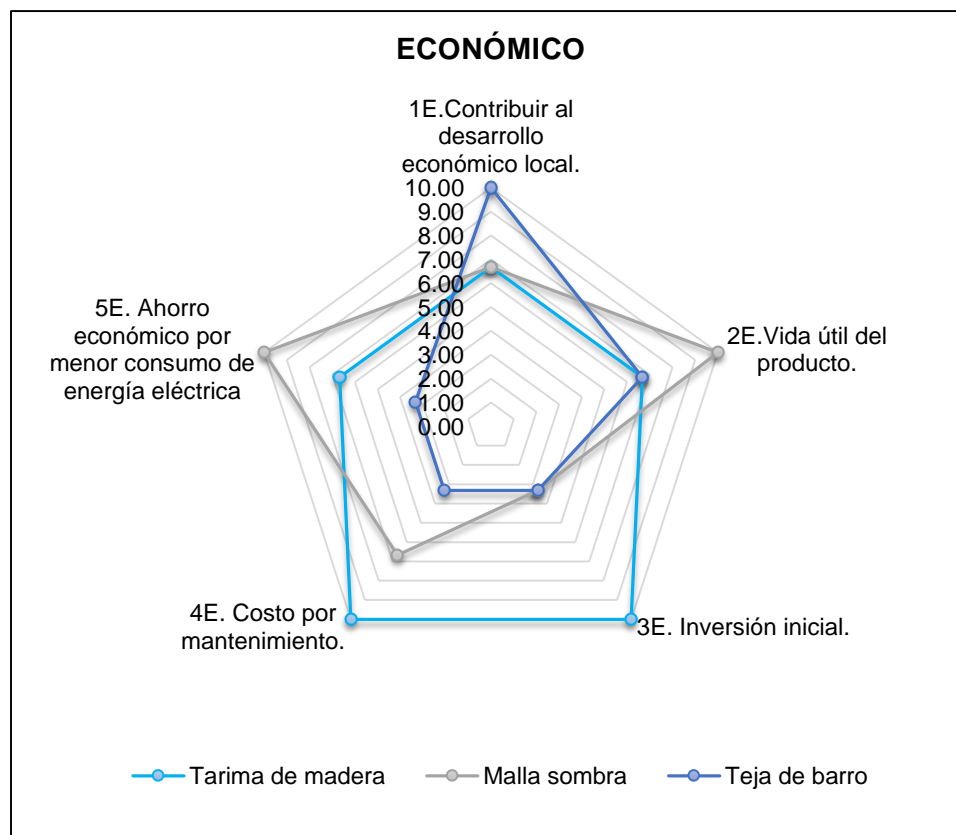
La gráfica 68, se muestran los resultados de acuerdo a los criterios que constituyen la dimensión **ambiental**. Destacando en el criterio 1, que se refiere al consumo local indiscutiblemente se encuentra la teja de barro. En cambio en el criterio 2 y 5, que evalúan la eficiencia térmica de los materiales en relación con el ahorro de energía eléctrica, la malla sombra tiene el mayor puntaje. Mientras que en el 4A y 5A, la tarima de madera obtiene 10 puntos respectivamente. Después de la suma de puntajes, la **tarima de madera** queda en primer lugar, seguido de la malla sombra y el tercer lugar la teja de barro.



Gráfica 69. Evaluación dimensión social.

Fuente. Elaboración propia.

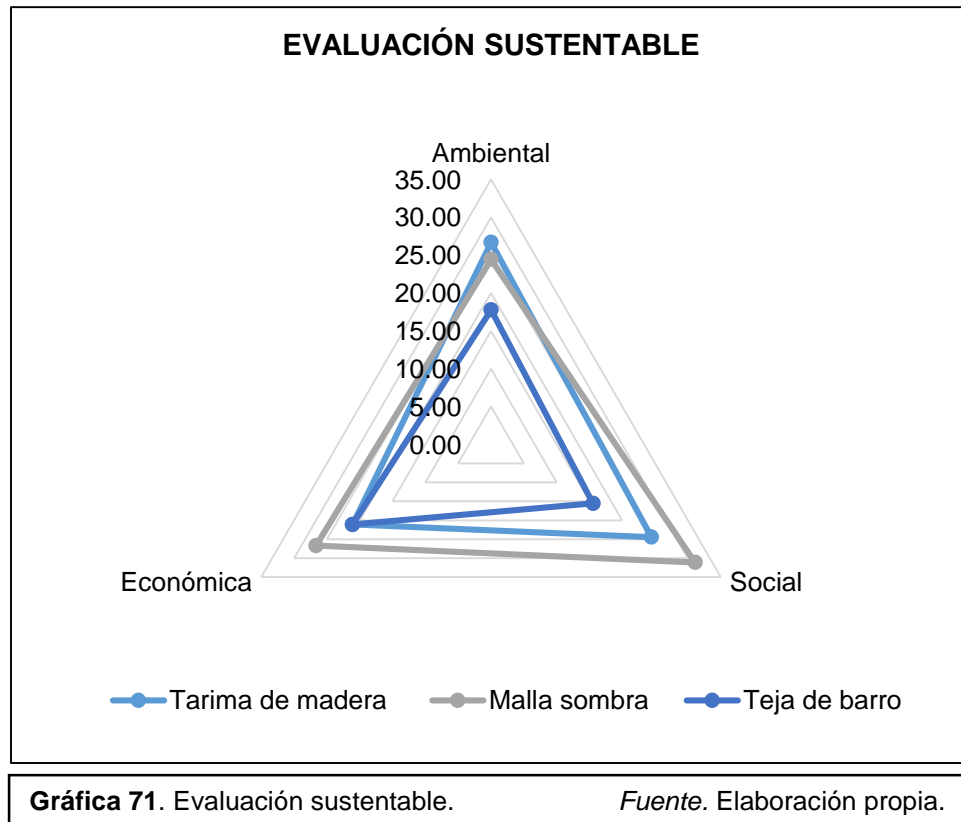
En cuestión **social**, la evaluación dio como resultado que la **malla sombra** proporciona más beneficios que las otras alternativas de solución, ubicándose con el mayor puntaje en cuatro de los cinco criterios de esta dimensión. Únicamente en el criterio 2S, que se refiere a la facilidad de instalación y la integración de padres de familia para realizar esta actividad, la propuesta techo escudo con tarima de madera alcanza un puntaje de 10; quedando este material en segunda posición en relación con todos los criterios de la dimensión social. Por último se observa, que la teja de barro obtiene el puntaje más bajo.



Gráfica 70. Evaluación dimensión social.

Fuente. Elaboración propia.

En la dimensión **económica**, se aprecia que los tres materiales alcanzan el mayor puntaje en al menos un criterio. Sin embargo, la **malla sombra** se destaca con la puntuación más alta. Dejando en segundo lugar a la tarima de madera, aunque en el criterio de inversión inicial tenga el monto más bajo, el costo por mantenimiento y vida útil le resta puntos. La teja de barro se ubica en tercer lugar, debido a que su inversión inicial tiene el valor más alto, requiere mantenimiento y sus características térmicas generar mayor consumo energético.



Después de realizar la evaluación desde los tres ejes de la sustentabilidad, se concluye que para el sistema techo escudo, el material más adecuado es la **malla sombra** de acuerdo a la suma de puntos de las tres dimensiones: **82.23**. Resaltando que obtuvo el mayor puntaje en dos de las tres dimensiones abordadas (social y económica). La segunda posición se la lleva la **tarima de madera** con **72.24** puntos, tal material se figura en primer lugar en el eje ambiental. Y por último se sitúa la **teja de barro** con **54.43 puntos**.

4.3.7 ESCENARIOS FUTUROS

La proyección de escenarios futuros representa una perspectiva anticipada, ante cambios complejos provocados por el actual modelo de crecimiento. Es imperante, tener presente el cambio climático y sus afectaciones en la vida del ser humano. INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático), ha realizado un estudio acerca del cambio climático en México. Arroja proyecciones por estado, en relación con el aumento de temperatura media y precipitación anual bajo tres escenarios; lo correspondiente para Nayarit es el siguiente:

Escenario 2020	
Precipitación total anual	Temperatura media anual aumentará:
variará entre +5 y -5%	entre 0.6 y 1.2°C
Escenario 2050	
Precipitación total anual	Temperatura media anual aumentará:
variará entre +10 y -20%	entre 1.0 y 2.0°C
Escenario 2080	
Precipitación total anual	Temperatura media anual aumentará:
variará entre +10 y -20%	entre 2 y 4°C

Tabla 64. Escenarios climáticos. *Fuente.* INECC.

En lo que compete al presente trabajo de investigación, solo se consideran los datos de temperatura. Con los valores del escenario 2080, se realizan cambios en la aplicación de la NOM-008-ENER-2001. En el cálculo de la ganancia de calor del edificio proyectado, la norma define una temperatura equivalente para cada parte de la envolvente, según su orientación y región geográfica (Tepic, Nayarit). La proyección del aumento de temperatura media anual oscila entre el 2 y 4°C, se toma un promedio de 3°C para realizar los cálculos en la norma.

	Superficie inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero				Tragaluz y domo	Ventanas			
			N	E	S	O	N	E	S	O		N	E	S	O
Temperatura equivalente promedio te (°C) <u>NOM-008-ENER-2001</u>	27	39	26	29	27	27	31	35	33	34	23	24	25	25	25
Temperatura equivalente promedio te (°C) <u>Escenario año 2080 (+3°C)</u>	30	42	29	32	30	30	34	38	36	37	26	27	28	28	28

Tabla 65. Temperatura equivalente promedio te (°C). Fuente. NOM-008-ENER-2001 e INECC.

A partir de estos valores, se aplican los respectivos cambios en cada sistema aplicado. Enseguida se presentan los resultados:

5. RESUMEN DE CÁLCULO - TECHO ESCUDO: Tarima de madera Escenario año 2080

5.1 Presupuesto energetico

		Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$
Referencia	(Φ_{rc})	672.27	(Φ_{rs}) 2214.5	(Φ_r) 2886.77
Proyectado	(Φ_{pc})	1,486.12	(Φ_{ps}) 619.3343	(Φ_p) 2,105.45

5.2 Cumplimiento

Si ($\Phi_r > \Phi_p$) ☒ No ($\Phi_r < \Phi_p$) ☐

Tabla 66. Resumen de cálculo – Techo escudo: Tarima de madera.
Escenario año 2080.
Fuente. Propia, basado en la aplicación de la NOM-008-ENER-2001.

El aumento de temperatura para el año 2080, en la propuesta techo escudo-tarima de madera, genera un incremento en la ganancia total de calor en el edificio proyectado, sin embargo, se mantiene por debajo del valor del edificio de referencia, por tanto sigue cumpliendo con la norma. Denota un ahorro energético del **27.07%**.

5. RESUMEN DE CÁLCULO - TECHO ESCUDO: Malla sombra
Escenario año 2080

5.1 Presupuesto energético			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$
Referencia	(Φ_{rc}) 672.27	(Φ_{rs}) 2214.5	(Φ_r) 2886.77
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,333.91	(Φ_{ps}) 619.3343	(Φ_p) 1,953.24
5.2 Cumplimiento			
	Si ($\Phi_r > \Phi_p$) <input checked="" type="checkbox"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$) <input type="checkbox"/>	

Tabla 67. Resumen de cálculo – Techo escudo: Malla sombra. Escenario año 2080. *Fuente.* Propia, basado en la aplicación de la NOM-008-ENER-

La ganancia total de calor del edificio proyectado combinado con la propuesta de techo escudo-malla sombra y aumento de temperatura de 3°C, queda por debajo del valor del edificio de referencia, lo que nos dice que la envolvente tiene un comportamiento térmico eficiente. Destacando un ahorro energético del **32.34%**.

5. RESUMEN DE CÁLCULO - TECHO ESCUDO: Teja de barro
Escenario año 2080

5.1 Presupuesto energético			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$
Referencia	(Φ_{rc}) 672.27	(Φ_{rs}) 2214.5	(Φ_r) 2886.77
Proyectado	(Φ_{pc}) 2,046.82	(Φ_{ps}) 619.3343	(Φ_p) 2,666.15
5.2 Cumplimiento			
	Si ($\Phi_r > \Phi_p$) <input checked="" type="checkbox"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$) <input type="checkbox"/>	

Tabla 68. Resumen de cálculo – Techo escudo: Teja de barro. Escenario año 2080. *Fuente.* Propia, basado en la aplicación de la NOM-008-ENER-

El ahorro de energía de este material disminuye a un **7.64%**. Indica que para el año 2080, este sistema responderá al cambio climático.

Después de analizar los escenarios futuros aplicados en cada uno de los materiales propuestos para el sistema techo escudo, se concluye que los tres pueden responder al cambio climático, sin embargo, la malla sombra se destaca por presentar mejor comportamiento térmico, con el valor más bajo de ganancia solar.

Cabe resaltar que la evaluación multicriterial, se enfocó únicamente al sistema techo escudo y no a las demás adecuaciones bioclimáticas, que tienen que ver con protección solar en las ventanas y ventilación. Puesto que, en el diagnóstico se identificó que el techo es la parte de la envolvente con mayor ganancia solar, de tal manera es el elemento que da mayor impacto para lograr confort térmico en las aulas de educación primaria en cuestión. Por este motivo y por razones de tiempo, no se abordó esta metodología de evaluación en las demás soluciones bioclimáticas desarrolladas.

5. CRITERIOS DE REPLICABILIDAD

Uno de los objetivos de la presente investigación, es establecer criterios para que la propuesta de adecuación bioclimática planteada, pueda ser aplicable en otros planteles de educación básica que compartan la misma tipología y sistema constructivo, y que se ubiquen en Tepic, Nayarit. Se formula lo siguiente:

1. ANÁLISIS DEL EDIFICIO. Que permita reconocer las características propias de cada escuela primaria.

1.1 Ubicación y orientación. Es importante ubicar el plantel en su contexto inmediato. La orientación funge un papel importante en la adecuación bioclimática.

1.2 Configuración del conjunto. Se considera el análisis de los siguientes elementos:

- Distribución general de espacios
- Ubicación de módulos de aulas y uso de estas.
- Características de áreas exteriores (patios, áreas verdes, áreas deportivas, etc.).
- Funcionamiento del plantel.
 - Turnos (horarios)
 - Grupos y grados

1.3 Caracterización de las aulas.

- Verificar que sea aula tipo regional 6.00x8.00m
- Orientación
- Identificar sistema constructivo
 - Estructura
 - Materiales
 - Estado de conservación
- Dimensión del volado.
- Identificar sistemas de enfriamiento (ventiladores o aire acondicionado)
- Intervenciones previas. Estudiar si las aulas han presentado modificaciones en su estructura o materiales.
- **Análisis solar.**
 - Ventanas. Aun cuando, sea un aula tipo, es posible que no pueda aplicarse la solución de protección solar planteada para las ventanas de las aulas de la escuela primaria Domingo Becerra Rubio. Debido a los elementos que

circundan o no a cada aula, orientación, etc. Sin embargo, puede seguirse la misma metodología de análisis, para definir sus requerimientos y solución técnica. Dependerá de ello, para tomar como referencia las propuestas del caso de estudio o no.

- Cubierta. A diferencia de las ventanas, los techos de los salones de clases quedan expuestos al sol durante todo el día; a excepción de un árbol o elemento que pueda estar bloqueando la incidencia solar a la cubierta. Cuando la losa se encuentre desprotegida del Sol, es posible retomar la propuesta **techo escudo** proyectada.

- **Análisis de ventilación.** Las aulas tipo promueven la ventilación cruzada, sin embargo, es necesario estudiar si los vientos dominantes y configuración del plantel favorecen para que esta estrategia se logre. Será necesario una simulación de viento, se recomienda el software Ecotect Analysis.

2. ANÁLISIS DEL USUARIO. Es importante conocer las características de los usuarios, actividades y uso del espacio. Así como, la percepción que tienen del espacio educativo, en lo que a confort higrotérmico se refiere.

2.1 Características del usuario.

- Alumnos por grupo.

2.2 Horarios y uso del espacio. Actividades que realizan los estudiantes y profesores en su jornada escolar y el horario respectivo.

2.3 Percepción térmica del usuario. Apreciación que tienen los estudiantes y docentes del espacio educativo, en lo que a condiciones térmicas. Utilizando una instrumento de investigación, como la encuesta o dinámica participativa.

3. APLICACIÓN DE PROYECTO

3.1 Identificar proveedores locales de los materiales que forman parte de la propuesta. Con el objeto de analizar y comparar precios, tiempos de entregas, etc.

3.2 Inversión por alumno. Se considera, según la jornada escolar, es decir, si el plantel imparte clases en uno o dos turnos. Para el sistema techo escudo se plantea lo siguiente:

- Monto de inversión por aula. \$6,835
- 2 turnos: Matutino y vespertino

- Alumnos por grupo. 30 en promedio

$$30 \text{ (alumnos)} \times 2 \text{ (turnos)} = 60 \quad \$6,835 / 60 = \$114 \text{ monto por alumno.}$$

Este sería el escenario más crítico, que directamente cada alumno aportará un monto proporcional a la inversión. Sin embargo, se podrían realizar actividades extraescolares para reunir el total del monto económico requerido o una parte de este. Es preciso, la participación de los padres de familia, alumnos y docentes del plantel. Usualmente, las escuelas organizan actividades como una kermés por ejemplo, para reunir fondos, donde hay bailables, concursos, actividades deportivas, sorteos, venta de alimentos, etc.; esta es una opción para reunir la cantidad monetaria requerida o un apoyo para poner en marcha el proyecto.

3.3 Organizar equipos de trabajo, para la construcción del techo escudo.

- Asignar responsables de partidas y procesos tanto para la adquisición de materiales como para la implementación de la obra.
- Desarrollar un calendario de obra, de acuerdo a los tiempos de los docentes, alumnos y padres de familia.
- Si el proceso lo requiere, asesorarse con un profesional de la construcción.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La educación es uno de los factores más valiosos para el desarrollo de las personas y la sociedad. “Es un bien social que hace más libres a los seres humanos” (Narro Robles, J., Martuscelli Quintana, J & Barzana García, E., 2012). Dando libertad para avanzar y ser elemento clave para impulsar el desarrollo del país. La educación primaria como primer acercamiento a esa libertad. Es ahí, donde se sitúa la presente investigación, en el espacio donde se desarrolla el proceso enseñanza – aprendizaje; que para garantizar el máximo aprendizaje de los estudiantes, es preciso brindar entre otros aspectos, una infraestructura física educativa de calidad. La situación de los planteles educativos del país, se ligan por su único diseño arquitectónico, que discrimina las características climáticas de cada región.

Se identificó, que las condiciones térmicas de los salones de clases de educación primaria en Tepic, Nayarit, no se encuentran en la zona de confort. Para definirlo, se realizaron diferentes etapas de análisis: la primera de ellas fue realizar un estudio del sitio y su entorno, con el fin de reconocer las características del medio natural y artificial; seguido de la climatología de Tepic, módulo substancial para definir los factores que determinan las condiciones térmicas de las aulas. Donde se destaca el análisis de temperatura, radiación solar, humedad, precipitación y viento. Información excluida en el diseño arquitectónico planteado por INIFED. A partir de estos datos, se trabajó en un análisis paramétrico utilizando la herramienta BAT (Bioclimatic Analysis Tool), generada por el Dr. Víctor Fuentes Freixanet. A través del cual, se caracterizaron cada uno de los meses del año, discerniendo los períodos más críticos, que por ende requieren mayor atención térmica.

Tomando como base esta información climática, y a través de la herramienta BAT, se desarrolló un análisis bioclimático que encierra índices de confort, requerimientos de enfriamiento y calefacción, y definición de estrategias térmicas de diseño. De acuerdo este estudio, se determinó el rango de confort térmico para la ciudad de Tepic: 21.4°C a 26.4°C. En cuanto a humedad, se considera un ambiente cómodo cuando no sobrepasa el 70% y no baja más del 30%. Mientras que en los requerimientos funcionales de INIFED para salones de clases de educación primaria, determina un rango de temperatura de 18 a 25°C, y un porcentaje del 50% para humedad. Queda claro, que han tomado un rango universal de condiciones de confort higrotérmico. Por otro lado, según las tablas de Mahoney definen que la orientación idónea para las edificaciones debe ser Norte-Sur, lo cual

coincide con los criterios de la infraestructura educativa; difiriendo un poco con el estado actual de la escuela primaria Domingo Becerra Rubio orientada al Noreste, Suroeste.

Bajo este análisis bioclimático, se establecen estrategias básicas de diseño para Tepic, Nayarit. Se destacan los requerimientos de enfriamiento directo e indirecto, para lograrlo es necesario minimizar la ganancia solar y promover la ventilación natural. Enfocar la atención en amortiguamiento térmico y la inercia térmica de los materiales, así como la ventilación cruzada o forzada y dispositivos de control solar.

En el mismo contexto, se trabajó en la percepción térmica y características de los usuarios (alumnos y docentes), así como los horarios y uso del espacio. Y como parte fundamental del proyecto, se realizó el estudio del plantel. Se contempló en primer plano la configuración del conjunto, y se puntualizó en la caracterización del aula, que tiene que ver con forma, estructura, materiales; monitoreo de temperatura y humedad relativa, resaltando que se registró una temperatura máxima hasta de 35°C al interior y un rango de humedad entre el 40 y el 70%, durante el mes de junio. Y en tercer término, se analizó el comportamiento térmico actual de la envolvente, abordado en tres aspectos: análisis solar, de ventilación y térmico. Donde se destaca que las aulas tipo requieren mínima protección solar, debido al volado que las caracteriza. Las aberturas con las que cuentan las aulas promueven la ventilación cruzada, sin embargo, por su ubicación en el plantel y características de la configuración de este, no se logra. En lo que compete al análisis térmico de la envolvente, se aplicó la NOM-008-ENER-2001, correspondiente a edificaciones no residenciales; esta tiene el objetivo de mejorar el diseño térmico de los edificios, y lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía. Los resultados arrojados, muestran que el estado actual de las aulas no cumple con los requerimientos de la norma. Destacando que el techo, presenta la mayor ganancia de calor por conducción con un valor del 85%. Mientras que la ganancia por radiación de las ventanas del aula, se encuentra por debajo del presupuesto energético máximo (edificio de referencia).

Todo lo anterior, dio las pautas para encaminar las estrategias de adecuación bioclimática, bajo criterios sustentables. En primera instancia, se encuentran las propuestas para mejorar el comportamiento térmico de la cubierta de los salones de clases. Definido por el sistema de protección solar **Techo escudo**, caracterizado por una doble cubierta que sombrea la totalidad del techo existente y a su vez genera una cámara de aire ventilada. Se plantearon

tres materiales distintos: el primero de ellos es cubrir el área con malla sombra, dada una cámara de 15cm de alto. En segundo lugar, se encuentran tarimas de madera reutilizadas, que logran una separación ventilada de 14.5cm. Por último, se plantea la idea de generar una doble cubierta a través, de tejas de barro. Cada una de ellas con sus características particulares, fueron evaluadas con la aplicación de la NOM-008-ENER-2001. Térmicamente las tres propuestas de material cumplen con la norma, sin embargo, el sistema de malla sombra es más eficiente, logrando un ahorro de energía del 56.8%. Seguido de la tarima de madera que reduce un 52.5% de energía consumida. Mientras que la teja de barro, solo alcanza un 36.5% de ahorro energético. La evaluación no se limitó a este parámetro, sino que se plantearon criterios ambientales, sociales y económicos, bajo la metodología SAT. Donde se volvió a distinguir que el techo escudo a base de **malla sombra**, se sitúa en primer lugar, pues brinda mayores beneficios sociales y económicos. Y la estrategia definida por tarimas de madera, se destaca por su bajo impacto ambiental, ubicándose como segunda opción.

En el análisis solar de las ventanas, arrojó que solo un aula tipo requiere de protección solar por la tarde. Y las aulas atípicas requieren protección en sus ventanas con orientación suroeste. Se buscó la solución a través de elementos que bloquearan los rayos solares, para cada problema respectivamente. Se distinguen los partesoles como elementos de protección solar, difiriendo en su modulación para cada situación. Las propuestas de materiales, se realizaron con la idea de unificar y aproximarse a los del sistema techo escudo. No fue posible realizar la evaluación multicriterial de estos, pero se tiene como referencia el de techo escudo.

Lo que se refiere a ventilación, las aulas atípicas si logran tener flujos de viento en su interior, sin embargo, el módulo de aulas tipo, se encuentra limitada por flujos débiles de viento. La estrategia es simple, sustituir los accesos principal y secundario de la escuela primaria, por otros que permitan la entrada de aire. Con ello, se logra aumentar el flujo de ventilación a las aulas, lo que proporciona un ambiente cómodo para los alumnos. Cabe mencionar, que no se requiere realizar cambios en la estructura de aberturas de los salones de clases; resulta interesante concluir que la geometría de las aberturas es conveniente, donde se tendría que prestar atención es en la ubicación de las aulas dentro de un plantel, identificando la dirección de los vientos dominantes y evitando elementos que bloqueen el paso al interior de las aulas.

De acuerdo al diseño aplicativo de la solución, se desarrollaron los criterios de replicabilidad. Siendo una herramienta para que pueda ser aplicable en otros planteles de educación básica, que compartan la misma tipología y sistema constructivo, ubicados en Tepic, Nayarit.

El diseño de la infraestructura educativa, debe girar la perspectiva hacia una arquitectura sustentable, que se caracterice por un diseño bioclimático que al menos responda a cada una de las 4 regiones climáticas de México, y en lo posible a los diez bioclimas que se distinguen en el país. De tal manera se logre satisfacer las necesidades térmicas para crear un ambiente cómodo, donde se desarrolla el proceso enseñanza-aprendizaje; reduciendo al máximo el consumo de energía por acondicionamiento.

6.1 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS.

El presente trabajo de investigación se enfocó a los planteles de educación primaria en Tepic, Nayarit; sin embargo, sería interesante que se abordaran los bioclimas que se han identificado en el país, y se evaluaran con la solución techo escudo, la cual permite el amortiguamiento térmico de la cubierta.

El confort térmico en las aulas, es la medula de este trabajo. Se recomienda para futuras investigaciones, abordar todos los flujos de entrada y de salida de los planteles educativos, es decir, estudiar la eficiencia hídrica, tratamiento de aguas negras y grises, manejo de residuos sólidos y confort lumínico.

7. FUENTES CONSULTADAS

• HEMEROBIBLIOGRAFÍA

Aguilar-Dubose, C. y Delgado Castillo, C. (2011). *Diseño y construcción sostenibles: realidad ineludible*. México: Oak-Editorial.

Arias Orozco, S. y Ávila Ramírez, D. (2004). *Diseño bioclimático en la arquitectura*. México, D.F.: Universidad de Guadalajara, Coordinación editorial.

Cengel, Y. (2012). *Termodinámica*. México: McGraw-Hill.

CONAGUA Comisión Nacional del Agua. (1976). *Atlas del Agua de la República Mexicana*, S.R.H. México.

Cortés Rojas, S. (2009). *Condiciones de aplicación de las estrategias bioclimáticas*. Chile: La Serena. Recuperado de habitat.aq.upm.es/boletin/n42/ac-scor.html (Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2014).

Chávez Juárez, W. (2009). *Diseño y remodelación de aula bioclimática*. REDICCES, Repositorio digital de ciencia y cultura de El Salvador.

Farrás Pérez, L. (2012). *Exteriores ecológicos, 50 soluciones para un hogar más sostenible*. Barcelona: Promopress.

Fernández Zayas, J. L. & V. Estrada-Cajigal. (1983). *Cálculo de la Radiación Solar Instantánea en la República Mexicana*, Instituto de Ingeniería, UNAM, serie no. 472, México.

Fuentes Freixanet. (2004). *Clima y arquitectura*. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana.

Fuentes Freixanet, V. (s/f). 5. *Confort*. Recuperado de: http://arq-bioclimatica.com/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=5:hombre-cursos&Itemid=30 (Fecha de consulta: 15 de febrero de 2016).

Gallego Maraña, L. (2013). *Diagnóstico y adecuación del comportamiento térmico de las escuelas primarias en diferentes zonas climáticas de México*. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6044/Tesis.pdf?sequence=1> (Fecha de consulta: 11 de abril de 2016).

González Díaz, M. (2004). *Arquitectura sostenible y aprovechamiento solar*. Madrid: S.A.P.T. Publicaciones técnicas, S.L.

Harlem Bruntland, H. (1987). *Our Common Future*. Oslo: ONU. Recuperado de <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> (Fecha de consulta 11 de Noviembre de 2014).

Hernández Barreda, G. y Gómez Amador, A. (2007). La temperatura ambiental y su vinculación con el aprovechamiento escolar. Palapa, issn: 1870-7483, Vol. 1i, Núm. 1i, pp. 21-30. Recuperado de https://www.academia.edu/1876488/Temperatura_ambiental_y_aprovechamiento_escolar (Fecha de consulta 12 de abril de 2015).

Hernández Vázquez, J. (2010). Habitabilidad educativa de las escuelas. Marco de referencia para el diseño de indicadores. *Sinéctica*, (35), 1-14. Recuperado de <https://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=c7a3db37-b8b7-4209-9e3b-6bcc92354641%40sessionmgr111&hid=112>. (Fecha de consulta 10 de noviembre de 2014).

Mazria, E. (1985). *El libro de la energía solar pasiva*. México: Gustavo Gili, S.A. de C.V.

Mejía Fernández, J. (2010). Aplicación de arquitectura bioclimática en centros escolares rurales de El Salvador. *REDICCES, Repositorio digital de ciencia y cultura de El Salvador*.

Mondelo, R., Torada, E., Comas Úriz, S., Castejón Vilella y E., Lacambra, E. (2001). *Ergonomía 2. Confort y estrés térmico*. México: Afomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Morales Ramírez, J., Morillón Gálvez, D., Hernández Gómez, V. & Mesa Arizabalo, N. (2007). *Sistemas pasivos de climatización, para la descarga de calor por muros y techo*. México: Facultad de Arquitectura e Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Moreno Coronado, T, et al. (2012). *Eficiencia energética*. México: Terracota.

Narro Robles, J., Martuscelli Quintana, J & Barzana García, E. (2012). *Plan de diez años para desarrollar el Sistema Educativo Nacional*. Recuperado de <http://www.planeducativonacional.unam.mx> (Fecha de consulta: 16 de abril de 2016).

Núñez Carrasco, R., Aramburu Gaviola, F. y Botrán Rodríguez, C. (2012). *Bioclimática, sostenibilidad y ahorro de energía. Manual de Técnicas de acondicionamiento Térmico*. Madrid: CEU Ediciones.

Olgay, V. (1998). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gili.

Palacios Blanco, J. (2008). *La casa ecológica de Jalisco: ¿cómo construirla?*. Jalisco: Grupo de servicios gráficos del centro.

Pinilla Acevedo, M. (2004). *Proyecto para el mejoramiento pasivo del comportamiento térmico del edificio del Instituto Superior de Arquitectura y Diseño de Chihuahua*. (Tesis de maestría, Universidad de Colima). Recuperado de http://digeset.uco.mx/tesis_posgrado/Pdf/PINILLA_ACEVEDO_MAUICIO.pdf (Fecha de consulta: 5 de abril de 2015).

Ramos Herrera, Z. (2014). *Evaluación estadística del confort térmico en el interior de salones de clases de la Universidad Veracruzana en Xalapa*. (Trabajo recepcional de especialización, Universidad Veracruzana). Recuperado de <http://www.uv.mx/eme/files/2012/11/Evaluacion-Estadistica-del-Confort-Termico-en-el-Interior-de-Salones-de-Clase-de-la-Universidad-Veracruzana-en-Xalapa.pdf> (Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2014).

Remess Pérez, M. y Winfiel Reyes, F. Espacios educativos y desarrollo: Alternativas desde la sustentabilidad y la regionalización. *Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 42: 45-50, Septiembre-Diciembre 2008.

Ríos Moreno, J. (2008). *Confort térmico y lumínico para edificios inteligentes*. (Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Querétaro). Recuperado de <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/2174/1/RI001676.pdf> (Fecha de consulta: 7 de abril de 2015).

Rodríguez Viqueira, M. (2005). *Introducción a la Arquitectura bioclimática*. México: Limusa.

Ruano, M. (2007). *Un Vitruvio ecológico: principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Barcelona: Gustavo Gili.

Serra Florensa, R. (1999). *Arquitectura y climas*. Barcelona: Gustavo Gili, S.A. de C.V.

Shumann, A. (2011). *Mejoramiento del desempeño térmico de casas en zonas cálido húmedas y cálido subhúmedas*. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de México). Recuperado de <http://132.248.9.195/ptd2012/marzo/0678334/Index.html>. (Fecha de consulta: 30 de octubre de 2014). Tudela, F. (1982). *Bioclima y confort térmico*. México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Vargas Beal, X. (2011). *¿Cómo hacer investigación cualitativa?*

• RECURSOS ELECTRÓNICOS

CEMABE Censo de escuelas, maestros y alumnos de educación básica y especial. (2010). *Información del centro de trabajo*. Recuperado de internet <http://cemabe.inegi.org.mx/> (Fecha de consulta 03 de Junio de 2015).

CFE Comisión Federal de electricidad. (2016). *Tarifas generales de baja tensión, tarifa 2*. Recuperado de http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp?Tarifa=CMA BT&Anio=2016 (Fecha de consulta 20 de marzo de 2016).

CONUEE Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía. (2014). *Guía rápida para el cálculo de la NOM-020-ENER-2011*. Recuperado de http://www.conuee.gob.mx/wb/Conuee/guia_rapida_para_el_calculo_de_la_nom020ener2011 (Fecha de consulta: 05 de febrero de 2016).

INECC Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. *Escenario climático, año 2080*. Recuperado de http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_nayarit.html (Fecha de consulta 13 de abril de 2016).

INEGI. (2010). DENEUE (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas). Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx> (Fecha de consulta: 01 de julio de 2015).

INEGI. (2010). *INV Inventario Nacional de vivienda*. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/inv/default.aspx> (Fecha de consulta 01 de julio de 2015).

INIFED Instituto Nacional de la Infraestructura educativa. (2014). *Criterios normativos – Criterios de diseño arquitectónico educación básica – Primaria*. Recuperado de http://www.inifed.gob.mx/doc/normateca/tec/2015/CR/02_CDA-PRIM.pdf (Fecha de consulta: 13 de noviembre 2014).

INIFED Instituto Nacional de la Infraestructura educativa. (2014). *Normas y especificaciones para estudios proyectos construcción e instalaciones, Volumen 3-Habitabilidad y funcionamiento, Tomo I-Diseño arquitectónico*. Recuperado de http://www.inifed.gob.mx/doc/normateca/tec/2015/Vol3/Tomo1_Dise%C3%B1o%20arquitect%C3%B3nico.pdf (Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2014).

INIFED Instituto Nacional de la Infraestructura educativa. (2014). *Normas y especificaciones para estudios proyectos construcción e instalaciones, Volumen 5-Instalaciones de servicio, Tomo III-Instalaciones de aire acondicionado*. Recuperado de <http://www.inifed.gob.mx/doc/normateca/tec/2015/Vol5/Tomo%20III%20Instalaciones%20Aire%20Acondicionado%20V%202.0.pdf> (Fecha de consulta: 11 de octubre de 2014).

INIFED Instituto Nacional de la Infraestructura educativa. (2014). *Volumen 6. Edificación Tomo VIII. Techos y plafones*. Recuperado de <http://www.inifed.gob.mx/doc/normateca/tec/2015/Vol6/Volumen%206%20Tomo%20VIII%20Techos%20y%20Plafones.pdf> (Fecha de consulta: 11 de abril de 2016).

INIFED Instituto Nacional de la Infraestructura educativa. (2014). *Volumen 7. Conservación Tomo I. envolvente*. Recuperado de <http://www.inifed.gob.mx/doc/normateca/tec/2015/Vol7/VOLUMEN%207%20TOMO%20I%20ENVOLVENTE.pdf> (Fecha de consulta: 11 de abril de 2016).

Secretaría de energía. (2001). *NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones. Envolvente de edificios no residenciales*. Recuperado de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=767644&fecha=25/04/2001 (Fecha de consulta: 05 de febrero de 2016).

Secretaría de energía. (2011). *NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones. Envolverte de edificios para uso habitacional*. Recuperado de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5203931&fecha=09/08/2011 (Fecha de consulta: 05 de febrero de 2016).

Servicio Meteorológico Nacional (2010). *Normales climatológicas*. Recuperado de http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75 (Fecha de consulta: 30 de junio de 2015).

SEP. (2013). *Subsecretaría de educación básica*. México: SEP. Recuperado de <http://basica.sep.gob.mx/> (Fecha de consulta: 14 de mayo de 2015).

SNIE Sistema Nacional de Información de Escuelas. (2010). *Información de escuelas*. Recuperado de <http://www.snie.sep.gob.mx/SNIESC/> (Fecha de consulta: 30 de junio de 2015).

UNEP. (2011). *Assessment of Technology (SAT)*. Recuperado de http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Events/UNEP%20AIST%20Workshop%20in%20Tsukuba%20March%202011/4_SAT-Methodology.pdf (Fecha de consulta: 19 de marzo de 2016).

8. ANEXOS.

8.1 MONITOREO DE TEMPERATURAS Y HUMEDAD RELATIVA

• AULA 1

FECHA	HORA	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA
06-18-2015	07:59:55	24.9	72.8
06-18-2015	08:09:55	24.9	72.8
06-18-2015	08:19:55	24.8	72.9
06-18-2015	08:29:55	24.9	74.6
06-18-2015	08:39:55	24.9	77.9
06-18-2015	08:49:55	25.6	76.4
06-18-2015	08:59:55	26	77
06-18-2015	09:09:55	26.3	76.9
06-18-2015	09:19:55	26.4	76.6
06-18-2015	09:29:55	26.5	76.6
06-18-2015	09:39:55	26.6	76.3
06-18-2015	09:49:55	26.8	76.3
06-18-2015	09:59:55	26.9	76.1
06-18-2015	10:09:55	27.1	75.1
06-18-2015	10:19:55	27.1	74.5
06-18-2015	10:29:55	27.1	73.8
06-18-2015	10:39:55	27.2	73.6
06-18-2015	10:49:55	27.3	72.1
06-18-2015	10:59:55	27.5	72.3
06-18-2015	11:09:55	27.6	72.7
06-18-2015	11:19:55	27.8	75.4
06-18-2015	11:29:55	27.9	74.9
06-18-2015	11:39:55	28	72.9
06-18-2015	11:49:55	28.1	69.7
06-18-2015	11:59:55	28	67
06-18-2015	12:09:55	28.1	63.7
06-18-2015	12:19:55	28.3	64.1
06-18-2015	12:29:55	28.6	63.9
06-18-2015	12:39:55	28.8	67.8
06-18-2015	12:49:55	28.9	68.6
06-18-2015	12:59:55	29.1	69.1
06-18-2015	13:09:55	29.1	66
06-18-2015	13:19:55	29.2	65.9
06-18-2015	13:29:55	29.2	66.5
06-18-2015	13:39:55	29.3	67.6
06-18-2015	13:49:55	29.6	67.1
06-18-2015	13:59:55	29.8	68.6
06-18-2015	14:09:55	29.9	66.9
06-18-2015	14:19:55	30.2	67
06-18-2015	14:29:55	30.3	66.2
06-18-2015	14:39:55	30.4	65.4
06-18-2015	14:49:55	30.6	64.5
06-18-2015	14:59:55	30.7	64.3
06-18-2015	15:09:55	30.8	63.4
06-18-2015	15:19:55	30.9	61.9
06-18-2015	15:29:55	31.1	61.8
06-18-2015	15:39:55	31.3	61.3
06-18-2015	15:49:55	31.6	60.5
06-18-2015	15:59:55	31.7	61.1

06-18-2015	16:09:55	31.9	60.7
06-18-2015	16:19:55	32	59.9
06-18-2015	16:29:55	32.1	58.4
06-18-2015	16:39:55	32.2	57.1
06-18-2015	16:49:55	32.2	57.5
06-18-2015	16:59:55	32.4	58.1
06-18-2015	17:09:55	32.4	59.5
06-18-2015	17:19:55	32.6	58.7
06-18-2015	17:29:55	32.7	60.3
06-19-2015	07:59:55	28.4	59.1
06-19-2015	08:09:55	28.3	58.8
06-19-2015	08:19:55	28.1	59.7
06-19-2015	08:29:55	28	60.4
06-19-2015	08:39:55	27.9	62.3
06-19-2015	08:49:55	28	64.3
06-19-2015	08:59:55	28.1	67.1
06-19-2015	09:09:55	28.4	68.2
06-19-2015	09:19:55	28.4	68
06-19-2015	09:29:55	28.5	68.1
06-19-2015	09:39:55	28.5	68
06-19-2015	09:49:55	28.5	68.1
06-19-2015	09:59:55	28.5	68.6
06-19-2015	10:09:55	28.6	68.5
06-19-2015	10:19:55	28.7	67.7
06-19-2015	10:29:55	28.7	67.8
06-19-2015	10:39:55	28.7	67
06-19-2015	10:49:55	28.9	67.9
06-19-2015	10:59:55	28.8	64.8
06-19-2015	11:09:55	28.9	67
06-19-2015	11:19:55	29.1	67.9
06-19-2015	11:29:55	29.2	67.5
06-19-2015	11:39:55	29.2	65
06-19-2015	11:49:55	29.2	66
06-19-2015	11:59:55	29.3	69.5
06-19-2015	12:09:55	29.4	70.3
06-19-2015	12:19:55	29.4	71.2
06-19-2015	12:29:55	29.5	68.9
06-19-2015	12:39:55	29.5	69.7
06-19-2015	12:49:55	29.7	68.5
06-19-2015	12:59:55	29.9	68.4
06-19-2015	13:09:55	29.8	64.5
06-19-2015	13:19:55	29.8	63
06-19-2015	13:29:55	29.9	62.1
06-19-2015	13:39:55	29.9	62.4
06-19-2015	13:49:55	30.1	64.4
06-19-2015	13:59:55	30.2	64.3
06-19-2015	14:09:55	30.3	62.1
06-19-2015	14:19:55	30.3	61.6
06-19-2015	14:29:55	30.4	61.7
06-19-2015	14:39:55	30.5	60.5

06-19-2015	14:49:55	30.4	59.2
06-19-2015	14:59:55	30.4	59.3
06-19-2015	15:09:55	30.5	59.2
06-19-2015	15:19:55	30.5	59.5
06-19-2015	15:29:55	30.5	62.1
06-19-2015	15:39:55	30.7	64
06-19-2015	15:49:55	30.8	63.6
06-19-2015	15:59:55	30.7	62.6
06-19-2015	16:09:55	30.6	62.8
06-19-2015	16:19:55	30.6	62.9
06-19-2015	16:29:55	30.6	62.4
06-19-2015	16:39:55	30.5	61.8
06-19-2015	16:49:55	30.4	64.6
06-19-2015	16:59:55	30.4	65.3
06-19-2015	17:09:55	30.4	64.3
06-19-2015	17:19:55	30.4	64.6
06-19-2015	17:29:55	30.3	64.8
06-20-2015	07:59:55	26.4	68.5
06-20-2015	08:09:55	26.3	68.8
06-20-2015	08:19:55	26.4	69.1
06-20-2015	08:29:55	26.4	69.3
06-20-2015	08:39:55	26.4	69.6
06-20-2015	08:49:55	26.4	69.9
06-20-2015	08:59:55	26.4	70
06-20-2015	09:09:55	26.5	70.1
06-20-2015	09:19:55	26.5	70.1
06-20-2015	09:29:55	26.5	69.9
06-20-2015	09:39:55	26.5	69.6
06-20-2015	09:49:55	26.5	69.6
06-20-2015	09:59:55	26.6	69.4
06-20-2015	10:09:55	26.7	69.3
06-20-2015	10:19:55	26.7	69
06-20-2015	10:29:55	26.8	68.5
06-20-2015	10:39:55	26.8	67.7
06-20-2015	10:49:55	27	67
06-20-2015	10:59:55	27.1	66
06-20-2015	11:09:55	27.2	64.9
06-20-2015	11:19:55	27.3	64
06-20-2015	11:29:55	27.4	63.4
06-20-2015	11:39:55	27.4	60.6
06-20-2015	11:49:55	27.6	60.1
06-20-2015	11:59:55	27.8	58.8
06-20-2015	12:09:55	28	57.7
06-20-2015	12:19:55	28.2	56.4
06-20-2015	12:29:55	28.3	54.5
06-20-2015	12:39:55	28.5	54.2
06-20-2015	12:49:55	28.7	53.3
06-20-2015	12:59:55	28.8	52.4
06-20-2015	13:09:55	29	60.2
06-20-2015	13:19:55	29.1	63

06-20-2015	13:29:55	29.3	63.7
06-20-2015	13:39:55	29.5	64.2
06-20-2015	13:49:55	29.6	63.4
06-20-2015	13:59:55	29.8	62.9
06-20-2015	14:09:55	30	62.4
06-20-2015	14:19:55	30.2	61.4
06-20-2015	14:29:55	30.4	60.6
06-20-2015	14:39:55	30.6	60
06-20-2015	14:49:55	30.7	59.6
06-20-2015	14:59:55	30.9	59.2
06-20-2015	15:09:55	31.1	58.4
06-20-2015	15:19:55	31.3	58.4
06-20-2015	15:29:55	31.5	57.1
06-20-2015	15:39:55	31.6	57
06-20-2015	15:49:55	31.8	57.6
06-20-2015	15:59:55	32.1	57.8
06-20-2015	16:09:55	32.1	56.6
06-20-2015	16:19:55	32.3	56.3
06-20-2015	16:29:55	32.4	56.6
06-20-2015	16:39:55	32.5	55.8
06-20-2015	16:49:55	32.6	55
06-20-2015	16:59:55	32.7	55
06-20-2015	17:09:55	32.8	54.8
06-20-2015	17:19:55	33	53.7
06-20-2015	17:29:55	33.1	52.6
06-21-2015	07:59:55	26.9	55.9
06-21-2015	08:09:55	26.9	56.2
06-21-2015	08:19:55	26.8	56.7
06-21-2015	08:29:55	26.9	56.9
06-21-2015	08:39:55	26.8	57.2
06-21-2015	08:49:55	26.8	57.6
06-21-2015	08:59:55	26.8	58
06-21-2015	09:09:55	26.8	58.4
06-21-2015	09:19:55	26.9	58.4
06-21-2015	09:29:55	26.9	58.7
06-21-2015	09:39:55	26.9	59
06-21-2015	09:49:55	26.9	58.8
06-21-2015	09:59:55	26.9	58.8
06-21-2015	10:09:55	26.9	58.7
06-21-2015	10:19:55	27	58.3
06-21-2015	10:29:55	27.1	58.2
06-21-2015	10:39:55	27.1	57.8
06-21-2015	10:49:55	27.3	57.5
06-21-2015	10:59:55	27.4	57.2
06-21-2015	11:09:55	27.5	56.6
06-21-2015	11:19:55	27.6	55.2
06-21-2015	11:29:55	27.7	53.1
06-21-2015	11:39:55	27.9	51.5
06-21-2015	11:49:55	28.1	50.6
06-21-2015	11:59:55	28.3	48.9

06-21-2015	12:09:55	28.4	47.5
06-21-2015	12:19:55	28.5	46.7
06-21-2015	12:29:55	28.7	44.6
06-21-2015	12:39:55	28.9	43.5
06-21-2015	12:49:55	29	41.8
06-21-2015	12:59:55	29.3	41.7
06-21-2015	13:09:55	29.5	46.7
06-21-2015	13:19:55	29.7	50.9
06-21-2015	13:29:55	30	51.9
06-21-2015	13:39:55	30.1	53
06-21-2015	13:49:55	30.3	53.2
06-21-2015	13:59:55	30.5	52.9
06-21-2015	14:09:55	30.7	53
06-21-2015	14:19:55	30.9	52.5
06-21-2015	14:29:55	31	52.7
06-21-2015	14:39:55	31.3	52.5
06-21-2015	14:49:55	31.5	52.2
06-21-2015	14:59:55	31.7	52.4
06-21-2015	15:09:55	31.9	52.3
06-21-2015	15:19:55	32.1	51.8
06-21-2015	15:29:55	32.3	51.3
06-21-2015	15:39:55	32.4	50.4
06-21-2015	15:49:55	32.6	49.4
06-21-2015	15:59:55	32.7	48.6
06-21-2015	16:09:55	32.8	48.2
06-21-2015	16:19:55	32.9	47.8
06-21-2015	16:29:55	33	48.6
06-21-2015	16:39:55	33.2	49.6
06-21-2015	16:49:55	33.4	50.5
06-21-2015	16:59:55	33.6	50.7
06-21-2015	17:09:55	33.7	50.9
06-21-2015	17:19:55	33.8	51
06-21-2015	17:29:55	33.9	50.9
06-22-2015	07:59:55	28.8	57.2
06-22-2015	08:09:55	28.7	57.4
06-22-2015	08:19:55	28.5	58.2
06-22-2015	08:29:55	28.4	59
06-22-2015	08:39:55	28.3	59.7
06-22-2015	08:49:55	28.5	60.5
06-22-2015	08:59:55	28.5	61.6
06-22-2015	09:09:55	28.5	61.1
06-22-2015	09:19:55	28.5	62.4
06-22-2015	09:29:55	28.6	63
06-22-2015	09:39:55	28.7	63.9
06-22-2015	09:49:55	28.8	64.3
06-22-2015	09:59:55	28.8	63.5
06-22-2015	10:09:55	28.9	63.3
06-22-2015	10:19:55	29	64.4
06-22-2015	10:29:55	29.1	64.3
06-22-2015	10:39:55	29.3	64.6

06-22-2015	10:49:55	29.4	64.2
06-22-2015	10:59:55	29.5	64.1
06-22-2015	11:09:55	29.6	61.8
06-22-2015	11:19:55	29.7	59.5
06-22-2015	11:29:55	29.8	57.2
06-22-2015	11:39:55	29.8	55.6
06-22-2015	11:49:55	30	53.8
06-22-2015	11:59:55	30	53.5
06-22-2015	12:09:55	30.3	59.7
06-22-2015	12:19:55	30.5	61.6
06-22-2015	12:29:55	30.7	61
06-22-2015	12:39:55	30.9	59.1
06-22-2015	12:49:55	31.1	58.9
06-22-2015	12:59:55	31.1	59.5
06-22-2015	13:09:55	31.3	57
06-22-2015	13:19:55	31.3	56.6
06-22-2015	13:29:55	31.5	57.2
06-22-2015	13:39:55	31.7	58
06-22-2015	13:49:55	31.9	57.8
06-22-2015	13:59:55	32.2	57.1
06-22-2015	14:09:55	32.2	54.8
06-22-2015	14:19:55	32.4	52.9
06-22-2015	14:29:55	32.4	51.4
06-22-2015	14:39:55	32.5	50.5
06-22-2015	14:49:55	32.7	50.4
06-22-2015	14:59:55	33	51.4
06-22-2015	15:09:55	33.2	50.5
06-22-2015	15:19:55	33.4	49.4
06-22-2015	15:29:55	33.5	49.9
06-22-2015	15:39:55	33.6	49.6
06-22-2015	15:49:55	33.8	48.7
06-22-2015	15:59:55	33.8	47.8
06-22-2015	16:09:55	33.6	48.8
06-22-2015	16:19:55	33.6	48.7
06-22-2015	16:29:55	33.7	48.1
06-22-2015	16:39:55	33.9	47.6
06-22-2015	16:49:55	33.9	47.5
06-22-2015	16:59:55	34.1	48.8
06-22-2015	17:09:55	34.3	48.6
06-22-2015	17:19:55	34.2	48.1
06-22-2015	17:29:55	34.3	48.2
06-23-2015	07:59:55	28.6	52.8
06-23-2015	08:09:55	28.5	53.1
06-23-2015	08:19:55	28.2	53.6
06-23-2015	08:29:55	28	54.2
06-23-2015	08:39:55	27.9	55.1
06-23-2015	08:49:55	28	55.6
06-23-2015	08:59:55	28.1	62.2
06-23-2015	09:09:55	28.1	60.1
06-23-2015	09:19:55	28.2	61.5

06-23-2015	09:29:55	28.4	61.1
06-23-2015	09:39:55	28.5	61.8
06-23-2015	09:49:55	28.6	63.7
06-23-2015	09:59:55	28.8	63.5
06-23-2015	10:09:55	28.9	60.7
06-23-2015	10:19:55	28.9	62.1
06-23-2015	10:29:55	29.1	61.7
06-23-2015	10:39:55	29.3	61.5
06-23-2015	10:49:55	29.4	61
06-23-2015	10:59:55	29.5	61.6
06-23-2015	11:09:55	29.6	61.6
06-23-2015	11:19:55	29.8	60.7
06-23-2015	11:29:55	29.9	59
06-23-2015	11:39:55	30	58.1
06-23-2015	11:49:55	30	54.7
06-23-2015	11:59:55	30.1	53.6
06-23-2015	12:09:55	30.2	54.2
06-23-2015	12:19:55	30.4	59.4
06-23-2015	12:29:55	30.7	60.7
06-23-2015	12:39:55	30.9	59.2
06-23-2015	12:49:55	31	58.8
06-23-2015	12:59:55	31.2	58.2
06-23-2015	13:09:55	31.3	56.4
06-23-2015	13:19:55	31.4	50.6
06-23-2015	13:29:55	31.5	51.1
06-23-2015	13:39:55	31.6	52.5
06-23-2015	13:49:55	31.9	51.8
06-23-2015	13:59:55	32	52.4
06-23-2015	14:09:55	32.1	50.8
06-23-2015	14:19:55	32.4	50.3
06-23-2015	14:29:55	32.6	50.5
06-23-2015	14:39:55	32.8	50.8
06-23-2015	14:49:55	32.9	52.7
06-23-2015	14:59:55	33	51.9
06-23-2015	15:09:55	33.1	53.3
06-23-2015	15:19:55	33.3	52.2
06-23-2015	15:29:55	33.4	52
06-23-2015	15:39:55	33.3	52.5
06-23-2015	15:49:55	33.4	53.7
06-23-2015	15:59:55	33.5	54
06-23-2015	16:09:55	33.6	53.1
06-23-2015	16:19:55	33.5	53.2
06-23-2015	16:29:55	33.6	49.5
06-23-2015	16:39:55	33.7	47
06-23-2015	16:49:55	33.8	47.7
06-23-2015	16:59:55	33.7	50
06-23-2015	17:09:55	33.4	49
06-23-2015	17:19:55	33.3	48.5
06-23-2015	17:29:55	33.1	53.2
06-24-2015	07:59:55	28.3	52.7

06-24-2015	08:09:55	28.2	52.9
06-24-2015	08:19:55	28.1	53.3
06-24-2015	08:29:55	28.1	53.7
06-24-2015	08:39:55	28.1	54.5
06-24-2015	08:49:55	28.1	55.8
06-24-2015	08:59:55	28.1	59.3
06-24-2015	09:09:55	28.3	62.8
06-24-2015	09:19:55	28.4	62.9
06-24-2015	09:29:55	28.6	63.4
06-24-2015	09:39:55	28.6	62.3
06-24-2015	09:49:55	28.7	61.9
06-24-2015	09:59:55	28.8	63
06-24-2015	10:09:55	28.9	63.2
06-24-2015	10:19:55	29	63
06-24-2015	10:29:55	29.1	62.7
06-24-2015	10:39:55	29.1	62
06-24-2015	10:49:55	29.3	63.2
06-24-2015	10:59:55	29.4	62.9
06-24-2015	11:09:55	29.5	62.8
06-24-2015	11:19:55	29.6	62.4
06-24-2015	11:29:55	29.6	57.3
06-24-2015	11:39:55	29.6	54.7
06-24-2015	11:49:55	29.7	55.4
06-24-2015	11:59:55	29.8	54.2
06-24-2015	12:09:55	29.9	58.4
06-24-2015	12:19:55	30.2	62
06-24-2015	12:29:55	30.3	56.2
06-24-2015	12:39:55	30.3	52.7
06-24-2015	12:49:55	30.4	51.3
06-24-2015	12:59:55	30.6	50.7
06-24-2015	13:09:55	30.8	57.1
06-24-2015	13:19:55	31.2	61.5
06-24-2015	13:29:55	31.3	63
06-24-2015	13:39:55	31.5	58.4
06-24-2015	13:49:55	31.7	55.4
06-24-2015	13:59:55	31.8	54.2
06-24-2015	14:09:55	31.9	54.9
06-24-2015	14:19:55	32.1	51.3
06-24-2015	14:29:55	32.2	50.3
06-24-2015	14:39:55	32.4	50.9
06-24-2015	14:49:55	32.6	48.3
06-24-2015	14:59:55	32.7	48.2
06-24-2015	15:09:55	32.9	47.2
06-24-2015	15:19:55	33.1	45.7
06-24-2015	15:29:55	33.2	46.8
06-24-2015	15:39:55	33.4	46
06-24-2015	15:49:55	33.4	45.6
06-24-2015	15:59:55	33.5	44.1
06-24-2015	16:09:55	33.7	43.3
06-24-2015	16:19:55	33.8	42.6

06-24-2015	16:29:55	33.9	42.7
06-24-2015	16:39:55	34	42.9
06-24-2015	16:49:55	34.2	43.9
06-24-2015	16:59:55	34.3	48.5
06-24-2015	17:09:55	34.4	49.1
06-24-2015	17:19:55	34.4	48.2
06-24-2015	17:29:55	34.5	48.4
06-25-2015	07:59:55	28.7	55.9
06-25-2015	08:09:55	28.6	56.3
06-25-2015	08:19:55	28.4	56.6
06-25-2015	08:29:55	28.3	57.4
06-25-2015	08:39:55	28.3	57.9
06-25-2015	08:49:55	28.3	58.9
06-25-2015	08:59:55	28.4	60.6
06-25-2015	09:09:55	28.5	62.2
06-25-2015	09:19:55	28.6	62.1
06-25-2015	09:29:55	28.6	61.7
06-25-2015	09:39:55	28.7	62.7
06-25-2015	09:49:55	28.9	63.3
06-25-2015	09:59:55	29	64
06-25-2015	10:09:55	29.1	63.2
06-25-2015	10:19:55	29.2	62.1
06-25-2015	10:29:55	29.2	61.3
06-25-2015	10:39:55	29.3	62.4
06-25-2015	10:49:55	29.3	62
06-25-2015	10:59:55	29.4	63.4
06-25-2015	11:09:55	29.5	62.6
06-25-2015	11:19:55	29.6	61.3
06-25-2015	11:29:55	29.7	59.3
06-25-2015	11:39:55	29.6	59.3
06-25-2015	11:49:55	29.7	59.2
06-25-2015	11:59:55	29.8	58.1
06-25-2015	12:09:55	29.8	56.7
06-25-2015	12:19:55	30.1	61.8
06-25-2015	12:29:55	30.3	57.3
06-25-2015	12:39:55	30.4	53.8
06-25-2015	12:49:55	30.5	56.2
06-25-2015	12:59:55	30.6	56
06-25-2015	13:09:55	30.7	53.5
06-25-2015	13:19:55	30.9	51.9
06-25-2015	13:29:55	31	51
06-25-2015	13:39:55	31.2	51.2
06-25-2015	13:49:55	31.4	50.5
06-25-2015	13:59:55	31.7	51.6
06-25-2015	14:09:55	31.9	49.8
06-25-2015	14:19:55	32	49.4
06-25-2015	14:29:55	32.2	48.5
06-25-2015	14:39:55	32.2	47.7
06-25-2015	14:49:55	32.5	48.8
06-25-2015	14:59:55	32.6	47.9

06-25-2015	15:09:55	32.7	45.4
06-25-2015	15:19:55	32.7	45.6
06-25-2015	15:29:55	32.8	46.4
06-25-2015	15:39:55	32.8	45.2
06-25-2015	15:49:55	33	44.6
06-25-2015	15:59:55	33.1	45.1
06-25-2015	16:09:55	33.2	46.6
06-25-2015	16:19:55	33.4	47.7
06-25-2015	16:29:55	33.5	45.7
06-25-2015	16:39:55	33.5	44.2
06-25-2015	16:49:55	33.5	43.7
06-25-2015	16:59:55	33.6	45.5
06-25-2015	17:09:55	33.5	46.1
06-25-2015	17:19:55	33.6	46.5
06-25-2015	17:29:55	33.6	47.7

• AULA 3

FECHA	HORA	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA
06-19-2015	07:59:45	28.6	60
06-19-2015	08:09:45	28.6	59.6
06-19-2015	08:19:45	28.5	60
06-19-2015	08:29:45	28.4	60.3
06-19-2015	08:39:45	28.4	61.8
06-19-2015	08:49:45	28.3	64.6
06-19-2015	08:59:45	28.3	65.5
06-19-2015	09:09:45	28.3	66
06-19-2015	09:19:45	28.4	66.4
06-19-2015	09:29:45	28.5	66.9
06-19-2015	09:39:45	28.5	66.9
06-19-2015	09:49:45	28.5	67.3
06-19-2015	09:59:45	28.7	67.8
06-19-2015	10:09:45	28.6	67.1
06-19-2015	10:19:45	28.7	67.8
06-19-2015	10:29:45	28.7	67.8
06-19-2015	10:39:45	28.7	67.5
06-19-2015	10:49:45	28.9	67
06-19-2015	10:59:45	28.9	64.7
06-19-2015	11:09:45	28.9	65.1
06-19-2015	11:19:45	29	63.9
06-19-2015	11:29:45	29	62.5
06-19-2015	11:39:45	29	62.4
06-19-2015	11:49:45	28.9	62.7
06-19-2015	11:59:45	28.9	63.5
06-19-2015	12:09:45	29	65.8
06-19-2015	12:19:45	28.9	65.9
06-19-2015	12:29:45	29	66.8
06-19-2015	12:39:45	29.1	66.3
06-19-2015	12:49:45	29.3	67.1
06-19-2015	12:59:45	29.4	67
06-19-2015	13:09:45	29.6	67.2
06-19-2015	13:19:45	29.6	67.7
06-19-2015	13:29:45	29.8	68
06-19-2015	13:39:45	29.8	65.5
06-19-2015	13:49:45	29.9	63.2
06-19-2015	13:59:45	29.9	63.1
06-19-2015	14:09:45	30	62
06-19-2015	14:19:45	30	62.1
06-19-2015	14:29:45	30.1	62.1
06-19-2015	14:39:45	30.2	61.3
06-19-2015	14:49:45	30.1	60.2
06-19-2015	14:59:45	30.1	60.2
06-19-2015	15:09:45	30.1	59.6
06-19-2015	15:19:45	30.2	60.2
06-19-2015	15:29:45	30.2	62.4
06-19-2015	15:39:45	30.2	63.1
06-19-2015	15:49:45	30.2	63.3
06-19-2015	15:59:45	30.2	63.3

06-19-2015	16:09:45	30.2	63.9
06-19-2015	16:19:45	30.2	63.6
06-19-2015	16:29:45	30	62.7
06-19-2015	16:39:45	30	62.2
06-19-2015	16:49:45	29.9	63.1
06-19-2015	16:59:45	30.1	64.3
06-19-2015	17:09:45	30	63.8
06-19-2015	17:19:45	30.1	64.4
06-19-2015	17:29:45	30.1	64.2
06-20-2015	07:59:45	27.3	65.6
06-20-2015	08:09:45	27.2	65.7
06-20-2015	08:19:45	27.3	65.8
06-20-2015	08:29:45	27.2	66
06-20-2015	08:39:45	27.2	66.1
06-20-2015	08:49:45	27.2	66.2
06-20-2015	08:59:45	27.2	66.5
06-20-2015	09:09:45	27.2	66.6
06-20-2015	09:19:45	27.2	66.6
06-20-2015	09:29:45	27.1	66.6
06-20-2015	09:39:45	27.2	66.6
06-20-2015	09:49:45	27.2	66.6
06-20-2015	09:59:45	27.2	66.6
06-20-2015	10:09:45	27.2	66.5
06-20-2015	10:19:45	27.2	66.4
06-20-2015	10:29:45	27.3	66.3
06-20-2015	10:39:45	27.3	66.2
06-20-2015	10:49:45	27.4	66
06-20-2015	10:59:45	27.5	65.8
06-20-2015	11:09:45	27.6	65.6
06-20-2015	11:19:45	27.6	65.2
06-20-2015	11:29:45	27.7	65
06-20-2015	11:39:45	27.8	64.5
06-20-2015	11:49:45	27.9	63.9
06-20-2015	11:59:45	28	63.4
06-20-2015	12:09:45	28.1	62.6
06-20-2015	12:19:45	28.2	61.7
06-20-2015	12:29:45	28.4	61.1
06-20-2015	12:39:45	28.5	60.4
06-20-2015	12:49:45	28.6	59.6
06-20-2015	12:59:45	28.7	59.3
06-20-2015	13:09:45	28.8	60.4
06-20-2015	13:19:45	28.9	61.4
06-20-2015	13:29:45	29.1	62.3
06-20-2015	13:39:45	29.3	63.1
06-20-2015	13:49:45	29.4	63.6
06-20-2015	13:59:45	29.5	64.2
06-20-2015	14:09:45	29.7	64.3
06-20-2015	14:19:45	29.8	64.7
06-20-2015	14:29:45	30	64.7
06-20-2015	14:39:45	30.1	64.8

06-20-2015	14:49:45	30.4	64.9
06-20-2015	14:59:45	30.5	64.9
06-20-2015	15:09:45	30.6	64.8
06-20-2015	15:19:45	30.8	64.6
06-20-2015	15:29:45	31	64.6
06-20-2015	15:39:45	31.1	64.2
06-20-2015	15:49:45	31.3	64
06-20-2015	15:59:45	31.4	64.1
06-20-2015	16:09:45	31.6	63
06-20-2015	16:19:45	31.8	62.7
06-20-2015	16:29:45	31.9	62.2
06-20-2015	16:39:45	32	61.9
06-20-2015	16:49:45	32.2	60.6
06-20-2015	16:59:45	32.3	59.6
06-20-2015	17:09:45	32.4	58.7
06-20-2015	17:19:45	32.6	59.5
06-20-2015	17:29:45	32.7	58.1
06-21-2015	07:59:45	28.5	53.6
06-21-2015	08:09:45	28.4	53.7
06-21-2015	08:19:45	28.4	53.9
06-21-2015	08:29:45	28.3	54
06-21-2015	08:39:45	28.3	54.3
06-21-2015	08:49:45	28.2	54.6
06-21-2015	08:59:45	28.1	54.8
06-21-2015	09:09:45	28.1	55
06-21-2015	09:19:45	28.1	55.3
06-21-2015	09:29:45	28	55.6
06-21-2015	09:39:45	28	55.8
06-21-2015	09:49:45	28	55.9
06-21-2015	09:59:45	28	56
06-21-2015	10:09:45	28	56.1
06-21-2015	10:19:45	28.1	56
06-21-2015	10:29:45	28	56.1
06-21-2015	10:39:45	28.1	56.1
06-21-2015	10:49:45	28.2	56.1
06-21-2015	10:59:45	28.2	56.1
06-21-2015	11:09:45	28.2	56.1
06-21-2015	11:19:45	28.3	55.9
06-21-2015	11:29:45	28.4	55.6
06-21-2015	11:39:45	28.6	55.2
06-21-2015	11:49:45	28.6	54.8
06-21-2015	11:59:45	28.8	54.5
06-21-2015	12:09:45	28.9	53.4
06-21-2015	12:19:45	29	52.3
06-21-2015	12:29:45	29.1	51.5
06-21-2015	12:39:45	29.2	50.9
06-21-2015	12:49:45	29.3	50.4
06-21-2015	12:59:45	29.4	49.7
06-21-2015	13:09:45	29.6	49.9
06-21-2015	13:19:45	29.7	50.4

06-21-2015	13:29:45	29.9	51.4
06-21-2015	13:39:45	30	52.2
06-21-2015	13:49:45	30.2	52.8
06-21-2015	13:59:45	30.4	53.5
06-21-2015	14:09:45	30.5	54.3
06-21-2015	14:19:45	30.6	54.6
06-21-2015	14:29:45	30.8	54.9
06-21-2015	14:39:45	31	55.1
06-21-2015	14:49:45	31.1	55.5
06-21-2015	14:59:45	31.3	55.7
06-21-2015	15:09:45	31.5	56.1
06-21-2015	15:19:45	31.6	56
06-21-2015	15:29:45	31.8	56.4
06-21-2015	15:39:45	31.9	56.1
06-21-2015	15:49:45	32.1	55.6
06-21-2015	15:59:45	32.3	54.5
06-21-2015	16:09:45	32.4	53.7
06-21-2015	16:19:45	32.6	52.6
06-21-2015	16:29:45	32.8	51.7
06-21-2015	16:39:45	32.9	52
06-21-2015	16:49:45	33.1	52.3
06-21-2015	16:59:45	33.2	52.5
06-21-2015	17:09:45	33.4	52.8
06-21-2015	17:19:45	33.5	52.7
06-21-2015	17:29:45	33.6	52.8
06-22-2015	07:59:45	30.2	54.7
06-22-2015	08:09:45	30.2	54.8
06-22-2015	08:19:45	30.1	54.9
06-22-2015	08:29:45	30	55.3
06-22-2015	08:39:45	29.9	56
06-22-2015	08:49:45	29.8	58
06-22-2015	08:59:45	29.8	58.2
06-22-2015	09:09:45	29.8	57.9
06-22-2015	09:19:45	29.7	58.8
06-22-2015	09:29:45	29.8	60
06-22-2015	09:39:45	29.8	60.8
06-22-2015	09:49:45	29.9	62.3
06-22-2015	09:59:45	29.9	62.9
06-22-2015	10:09:45	30	63.7
06-22-2015	10:19:45	30	65
06-22-2015	10:29:45	30.1	65.7
06-22-2015	10:39:45	30.2	66.2
06-22-2015	10:49:45	30.2	66.6
06-22-2015	10:59:45	30.3	66.3
06-22-2015	11:09:45	30.4	66.6
06-22-2015	11:19:45	30.4	63.8
06-22-2015	11:29:45	30.5	60.7
06-22-2015	11:39:45	30.5	58.1
06-22-2015	11:49:45	30.5	55.4
06-22-2015	11:59:45	30.6	54.2

06-22-2015	12:09:45	30.7	55.2
06-22-2015	12:19:45	30.8	54.5
06-22-2015	12:29:45	30.9	51.6
06-22-2015	12:39:45	31	52.6
06-22-2015	12:49:45	31.2	52.6
06-22-2015	12:59:45	31.3	56.2
06-22-2015	13:09:45	31.5	56.8
06-22-2015	13:19:45	31.6	57.1
06-22-2015	13:29:45	31.7	57.2
06-22-2015	13:39:45	31.9	56.9
06-22-2015	13:49:45	31.9	55.8
06-22-2015	13:59:45	32	55.4
06-22-2015	14:09:45	32.1	52.7
06-22-2015	14:19:45	32.2	50.6
06-22-2015	14:29:45	32.3	50.2
06-22-2015	14:39:45	32.3	49.4
06-22-2015	14:49:45	32.4	51.8
06-22-2015	14:59:45	32.6	51.6
06-22-2015	15:09:45	32.7	51.2
06-22-2015	15:19:45	32.9	50.3
06-22-2015	15:29:45	33	50.6
06-22-2015	15:39:45	33.1	50.1
06-22-2015	15:49:45	33.2	50.6
06-22-2015	15:59:45	33.3	50
06-22-2015	16:09:45	33.2	50.5
06-22-2015	16:19:45	33.1	49.5
06-22-2015	16:29:45	33.1	48.9
06-22-2015	16:39:45	33	48.7
06-22-2015	16:49:45	33	49.1
06-22-2015	16:59:45	33.1	51.2
06-22-2015	17:09:45	33.2	50.4
06-22-2015	17:19:45	33.2	49.8
06-22-2015	17:29:45	33.3	49.9
06-23-2015	07:59:45	28.6	52.9
06-23-2015	08:09:45	28.6	53.2
06-23-2015	08:19:45	28.5	53.4
06-23-2015	08:29:45	28.4	53.6
06-23-2015	08:39:45	28.3	54
06-23-2015	08:49:45	28.3	54.8
06-23-2015	08:59:45	28.3	57.9
06-23-2015	09:09:45	28.4	57.5
06-23-2015	09:19:45	28.4	58.3
06-23-2015	09:29:45	28.5	58.2
06-23-2015	09:39:45	28.6	58
06-23-2015	09:49:45	28.6	56.8
06-23-2015	09:59:45	28.6	56.5
06-23-2015	10:09:45	28.6	57.3
06-23-2015	10:19:45	28.8	56.9
06-23-2015	10:29:45	28.8	56.6
06-23-2015	10:39:45	28.9	55.4

06-23-2015	10:49:45	29	55.3
06-23-2015	10:59:45	29.1	53.5
06-23-2015	11:09:45	29.1	53.1
06-23-2015	11:19:45	29.2	51.2
06-23-2015	11:29:45	29.3	51.4
06-23-2015	11:39:45	29.4	49
06-23-2015	11:49:45	29.4	47.6
06-23-2015	11:59:45	29.5	48.1
06-23-2015	12:09:45	29.7	51.1
06-23-2015	12:19:45	29.9	52.5
06-23-2015	12:29:45	30	52.4
06-23-2015	12:39:45	30.1	50.9
06-23-2015	12:49:45	30.2	48.9
06-23-2015	12:59:45	30.4	46.8
06-23-2015	13:09:45	30.5	45.2
06-23-2015	13:19:45	30.7	48.7
06-23-2015	13:29:45	30.8	51.9
06-23-2015	13:39:45	31	51.5
06-23-2015	13:49:45	31.1	51.5
06-23-2015	13:59:45	31.3	52.1
06-23-2015	14:09:45	31.5	51.7
06-23-2015	14:19:45	31.6	51.9
06-23-2015	14:29:45	31.8	51.8
06-23-2015	14:39:45	32	52.2
06-23-2015	14:49:45	32.1	54.1
06-23-2015	14:59:45	32.1	53.5
06-23-2015	15:09:45	32.1	54.3
06-23-2015	15:19:45	32.4	54.8
06-23-2015	15:29:45	32.6	55.6
06-23-2015	15:39:45	32.6	55.9
06-23-2015	15:49:45	32.6	57.3
06-23-2015	15:59:45	32.7	57.7
06-23-2015	16:09:45	32.6	56.4
06-23-2015	16:19:45	32.7	57.3
06-23-2015	16:29:45	32.7	50.7
06-23-2015	16:39:45	32.7	46.7
06-23-2015	16:49:45	32.6	49.4
06-23-2015	16:59:45	32.7	51.7
06-23-2015	17:09:45	32.9	50.9
06-23-2015	17:19:45	33	50.5
06-23-2015	17:29:45	33.1	51.9
06-24-2015	07:59:45	28.6	52.7
06-24-2015	08:09:45	28.5	52.8
06-24-2015	08:19:45	28.5	53
06-24-2015	08:29:45	28.4	53.2
06-24-2015	08:39:45	28.4	53.4
06-24-2015	08:49:45	28.3	54.2
06-24-2015	08:59:45	28.4	56.6
06-24-2015	09:09:45	28.5	56.9
06-24-2015	09:19:45	28.5	57.1

06-24-2015	09:29:45	28.5	57.5
06-24-2015	09:39:45	28.6	56.6
06-24-2015	09:49:45	28.6	57.1
06-24-2015	09:59:45	28.7	57.8
06-24-2015	10:09:45	28.7	58.3
06-24-2015	10:19:45	28.8	57.9
06-24-2015	10:29:45	28.9	57.8
06-24-2015	10:39:45	28.9	57.9
06-24-2015	10:49:45	29	58.4
06-24-2015	10:59:45	29.1	54.6
06-24-2015	11:09:45	29.1	52.4
06-24-2015	11:19:45	29.1	52.1
06-24-2015	11:29:45	29.2	52.2
06-24-2015	11:39:45	29.3	52.5
06-24-2015	11:49:45	29.3	51.2
06-24-2015	11:59:45	29.4	51.1
06-24-2015	12:09:45	29.6	55.6
06-24-2015	12:19:45	29.7	55.9
06-24-2015	12:29:45	29.8	56.6
06-24-2015	12:39:45	30	57.3
06-24-2015	12:49:45	30.2	55.8
06-24-2015	12:59:45	30.3	53.7
06-24-2015	13:09:45	30.4	50.5
06-24-2015	13:19:45	30.5	48.4
06-24-2015	13:29:45	30.7	49.5
06-24-2015	13:39:45	30.8	48.1
06-24-2015	13:49:45	31	48.2
06-24-2015	13:59:45	31.2	50.1
06-24-2015	14:09:45	31.3	49.5
06-24-2015	14:19:45	31.4	47.8
06-24-2015	14:29:45	31.6	48
06-24-2015	14:39:45	31.7	48.7
06-24-2015	14:49:45	31.9	46.5
06-24-2015	14:59:45	32	47.6
06-24-2015	15:09:45	32.3	47
06-24-2015	15:19:45	32.5	45.3
06-24-2015	15:29:45	32.7	45.8
06-24-2015	15:39:45	32.8	45.2
06-24-2015	15:49:45	33	44.8
06-24-2015	15:59:45	33.1	45.6
06-24-2015	16:09:45	33.3	45
06-24-2015	16:19:45	33.3	44.2
06-24-2015	16:29:45	33.3	43.2
06-24-2015	16:39:45	33.3	44
06-24-2015	16:49:45	33.4	45.5
06-24-2015	16:59:45	33.5	50.2
06-24-2015	17:09:45	33.5	48.8
06-24-2015	17:19:45	33.6	49.2
06-24-2015	17:29:45	33.5	49.2
06-25-2015	07:59:45	29.3	54.5

06-25-2015	08:09:45	29.2	54.9
06-25-2015	08:19:45	29.2	55.2
06-25-2015	08:29:45	29.1	55.5
06-25-2015	08:39:45	29.1	55.5
06-25-2015	08:49:45	29.1	58.1
06-25-2015	08:59:45	29.1	58.6
06-25-2015	09:09:45	29.2	59.1
06-25-2015	09:19:45	29.3	59.1
06-25-2015	09:29:45	29.3	58.9
06-25-2015	09:39:45	29.4	58.8
06-25-2015	09:49:45	29.4	58.5
06-25-2015	09:59:45	29.4	58.7
06-25-2015	10:09:45	29.4	59.1
06-25-2015	10:19:45	29.4	59.3
06-25-2015	10:29:45	29.4	59.1
06-25-2015	10:39:45	29.4	59.4
06-25-2015	10:49:45	29.5	58.2
06-25-2015	10:59:45	29.5	57.8
06-25-2015	11:09:45	29.6	57.8
06-25-2015	11:19:45	29.6	58.4
06-25-2015	11:29:45	29.7	56.4
06-25-2015	11:39:45	29.7	54.7
06-25-2015	11:49:45	29.8	54.8
06-25-2015	11:59:45	29.8	53.9
06-25-2015	12:09:45	29.9	55.5
06-25-2015	12:19:45	30	55.7
06-25-2015	12:29:45	30.1	55.7
06-25-2015	12:39:45	30.2	56.1
06-25-2015	12:49:45	30.3	55.5
06-25-2015	12:59:45	30.4	55.8
06-25-2015	13:09:45	30.6	56.6
06-25-2015	13:19:45	30.7	57.2
06-25-2015	13:29:45	30.8	53.2
06-25-2015	13:39:45	30.9	51.8
06-25-2015	13:49:45	31.2	51.6
06-25-2015	13:59:45	31.2	52.1
06-25-2015	14:09:45	31.4	50.5
06-25-2015	14:19:45	31.5	49.9
06-25-2015	14:29:45	31.6	49.2
06-25-2015	14:39:45	31.8	49.5
06-25-2015	14:49:45	31.9	49.3
06-25-2015	14:59:45	32.1	47.7
06-25-2015	15:09:45	32.1	45.7
06-25-2015	15:19:45	32.2	46
06-25-2015	15:29:45	32.2	45.2
06-25-2015	15:39:45	32.2	43.3
06-25-2015	15:49:45	32.2	42.5
06-25-2015	15:59:45	32.3	42.4
06-25-2015	16:09:45	32.5	43
06-25-2015	16:19:45	32.6	44.5
06-25-2015	16:29:45	32.7	44.7
06-25-2015	16:39:45	32.8	44.6
06-25-2015	16:49:45	32.9	44.7
06-25-2015	16:59:45	33	46.2
06-25-2015	17:09:45	33	46.6
06-25-2015	17:19:45	33.1	47.6
06-25-2015	17:29:45	33.3	48.8

• AULA 5

FECHA	HORA	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA
06-18-2015	08:00:32	25.7	71.3
06-18-2015	08:10:32	25.7	71.3
06-18-2015	08:20:32	25.7	71.4
06-18-2015	08:30:32	25.7	73.2
06-18-2015	08:40:32	25.9	77.1
06-18-2015	08:50:32	26.5	74.5
06-18-2015	09:00:32	26.6	76
06-18-2015	09:10:32	26.9	76.5
06-18-2015	09:20:32	26.9	75.7
06-18-2015	09:30:32	26.9	75.2
06-18-2015	09:40:32	26.8	75.1
06-18-2015	09:50:32	26.9	75.4
06-18-2015	10:00:32	27.1	74.8
06-18-2015	10:10:32	27.2	74.5
06-18-2015	10:20:32	27.3	74
06-18-2015	10:30:32	27.2	72.3
06-18-2015	10:40:32	27.2	71
06-18-2015	10:50:32	27.1	69.4
06-18-2015	11:00:32	27.2	70.1
06-18-2015	11:10:32	27.3	70
06-18-2015	11:20:32	27.4	70.2
06-18-2015	11:30:32	27.6	68.5
06-18-2015	11:40:32	27.6	66.7
06-18-2015	11:50:32	27.7	65.6
06-18-2015	12:00:32	27.7	64.8
06-18-2015	12:10:32	27.7	63.8
06-18-2015	12:20:32	27.8	62.2
06-18-2015	12:30:32	28.2	65.3
06-18-2015	12:40:32	28.5	69.5
06-18-2015	12:50:32	28.7	69.2
06-18-2015	13:00:32	28.8	69.4
06-18-2015	13:10:32	28.9	68.7
06-18-2015	13:20:32	29	68.7
06-18-2015	13:30:32	29.1	68.1
06-18-2015	13:40:32	29.1	67.9
06-18-2015	13:50:32	29.1	69.3
06-18-2015	14:00:32	29.4	69.4
06-18-2015	14:10:32	29.4	68.1
06-18-2015	14:20:32	29.4	68.5
06-18-2015	14:30:32	29.5	68.6
06-18-2015	14:40:32	29.4	67.7
06-18-2015	14:50:32	29.4	67.7
06-18-2015	15:00:32	29.4	68.1
06-18-2015	15:10:32	29.4	67.5
06-18-2015	15:20:32	29.5	66.9
06-18-2015	15:30:32	29.6	66.5
06-18-2015	15:40:32	29.7	65.7
06-18-2015	15:50:32	29.8	65.9
06-18-2015	16:00:32	30	66.2

06-18-2015	16:10:32	30	65.7
06-18-2015	16:20:32	30	65.9
06-18-2015	16:30:32	30.1	65.2
06-18-2015	16:40:32	30.3	64.3
06-18-2015	16:50:32	30.5	64.6
06-18-2015	17:00:32	30.8	64.6
06-18-2015	17:10:32	30.7	64.2
06-18-2015	17:20:32	30.7	64.6
06-18-2015	17:30:32	30.8	65.7
06-19-2015	08:00:32	29.2	63.3
06-19-2015	08:10:32	29.1	62
06-19-2015	08:20:32	28.9	60.8
06-19-2015	08:30:32	28.6	64.2
06-19-2015	08:40:32	28.5	64.2
06-19-2015	08:50:32	28.4	65.2
06-19-2015	09:00:32	28.4	66.8
06-19-2015	09:10:32	28.6	67.4
06-19-2015	09:20:32	28.6	67.8
06-19-2015	09:30:32	28.6	67.8
06-19-2015	09:40:32	28.6	67.7
06-19-2015	09:50:32	28.6	68.3
06-19-2015	10:00:32	28.7	68.9
06-19-2015	10:10:32	28.8	69.4
06-19-2015	10:20:32	28.8	69.1
06-19-2015	10:30:32	28.9	69.5
06-19-2015	10:40:32	28.9	67.8
06-19-2015	10:50:32	29	67.4
06-19-2015	11:00:32	28.9	65
06-19-2015	11:10:32	28.9	65.6
06-19-2015	11:20:32	28.9	63.3
06-19-2015	11:30:32	28.9	62.8
06-19-2015	11:40:32	28.9	63.4
06-19-2015	11:50:32	29	64.1
06-19-2015	12:00:32	28.9	64.7
06-19-2015	12:10:32	29	67.4
06-19-2015	12:20:32	28.9	67.2
06-19-2015	12:30:32	29	67.3
06-19-2015	12:40:32	29	67
06-19-2015	12:50:32	29	66.7
06-19-2015	13:00:32	29.2	68.2
06-19-2015	13:10:32	29.4	67.7
06-19-2015	13:20:32	29.6	67.7
06-19-2015	13:30:32	29.6	63.9
06-19-2015	13:40:32	29.4	63.8
06-19-2015	13:50:32	29.4	63.1
06-19-2015	14:00:32	29.5	63.6
06-19-2015	14:10:32	29.4	62.7
06-19-2015	14:20:32	29.6	63.4
06-19-2015	14:30:32	29.7	63.8
06-19-2015	14:40:32	29.9	63.7

06-19-2015	14:50:32	29.9	62.8	06-20-2015	13:30:32	29.6	62.8
06-19-2015	15:00:32	30	62.8	06-20-2015	13:40:32	29.7	62.7
06-19-2015	15:10:32	30	62.6	06-20-2015	13:50:32	29.9	62.9
06-19-2015	15:20:32	29.9	62.7	06-20-2015	14:00:32	30.1	62.8
06-19-2015	15:30:32	29.8	64.2	06-20-2015	14:10:32	30.3	62.8
06-19-2015	15:40:32	29.6	65.1	06-20-2015	14:20:32	30.5	62.7
06-19-2015	15:50:32	29.6	65.6	06-20-2015	14:30:32	30.7	62.4
06-19-2015	16:00:32	29.6	65.1	06-20-2015	14:40:32	30.9	62.2
06-19-2015	16:10:32	29.5	66	06-20-2015	14:50:32	31.1	61.8
06-19-2015	16:20:32	29.5	66.2	06-20-2015	15:00:32	31.3	61.7
06-19-2015	16:30:32	29.4	65.8	06-20-2015	15:10:32	31.4	61.4
06-19-2015	16:40:32	29.3	65.7	06-20-2015	15:20:32	31.6	61.2
06-19-2015	16:50:32	29.2	65.9	06-20-2015	15:30:32	31.8	60.8
06-19-2015	17:00:32	29.2	66.5	06-20-2015	15:40:32	32	60.7
06-19-2015	17:10:32	29.3	66.4	06-20-2015	15:50:32	32.2	60.1
06-19-2015	17:20:32	29.3	66.4	06-20-2015	16:00:32	32.4	60.2
06-19-2015	17:30:32	29.4	66.1	06-20-2015	16:10:32	32.5	60.3
06-20-2015	08:00:32	26.9	67.8	06-20-2015	16:20:32	32.7	60
06-20-2015	08:10:32	26.9	67.9	06-20-2015	16:30:32	32.8	60
06-20-2015	08:20:32	26.9	67.9	06-20-2015	16:40:32	33	59.1
06-20-2015	08:30:32	26.8	67.9	06-20-2015	16:50:32	33.1	58.7
06-20-2015	08:40:32	26.8	68	06-20-2015	17:00:32	33.2	58.4
06-20-2015	08:50:32	26.8	68	06-20-2015	17:10:32	33.3	58.3
06-20-2015	09:00:32	26.8	68	06-20-2015	17:20:32	33.5	58.4
06-20-2015	09:10:32	26.8	67.9	06-20-2015	17:30:32	33.5	58.3
06-20-2015	09:20:32	26.8	68	06-21-2015	08:00:32	27.7	59.7
06-20-2015	09:30:32	26.8	68	06-21-2015	08:10:32	27.6	59.9
06-20-2015	09:40:32	26.8	67.9	06-21-2015	08:20:32	27.6	59.9
06-20-2015	09:50:32	26.8	67.9	06-21-2015	08:30:32	27.5	60
06-20-2015	10:00:32	26.9	67.8	06-21-2015	08:40:32	27.4	60
06-20-2015	10:10:32	27	67.7	06-21-2015	08:50:32	27.4	60.1
06-20-2015	10:20:32	27.1	67.5	06-21-2015	09:00:32	27.4	60.2
06-20-2015	10:30:32	27.2	67.3	06-21-2015	09:10:32	27.3	60.2
06-20-2015	10:40:32	27.2	67	06-21-2015	09:20:32	27.3	60.3
06-20-2015	10:50:32	27.3	66.7	06-21-2015	09:30:32	27.3	60.3
06-20-2015	11:00:32	27.4	66.4	06-21-2015	09:40:32	27.3	60.3
06-20-2015	11:10:32	27.5	66.2	06-21-2015	09:50:32	27.3	60.4
06-20-2015	11:20:32	27.5	65.9	06-21-2015	10:00:32	27.3	60.3
06-20-2015	11:30:32	27.6	65.8	06-21-2015	10:10:32	27.4	60.3
06-20-2015	11:40:32	27.7	65.7	06-21-2015	10:20:32	27.5	60.2
06-20-2015	11:50:32	27.8	65.5	06-21-2015	10:30:32	27.5	60.1
06-20-2015	12:00:32	28	65.1	06-21-2015	10:40:32	27.6	60
06-20-2015	12:10:32	28.2	64.6	06-21-2015	10:50:32	27.6	59.9
06-20-2015	12:20:32	28.4	64.2	06-21-2015	11:00:32	27.7	59.7
06-20-2015	12:30:32	28.5	63.7	06-21-2015	11:10:32	27.8	59.5
06-20-2015	12:40:32	28.7	63.2	06-21-2015	11:20:32	27.9	59.2
06-20-2015	12:50:32	28.9	62.9	06-21-2015	11:30:32	28	58.9
06-20-2015	13:00:32	29	62.5	06-21-2015	11:40:32	28.2	58.6
06-20-2015	13:10:32	29.1	62.5	06-21-2015	11:50:32	28.3	58.5
06-20-2015	13:20:32	29.4	62.7	06-21-2015	12:00:32	28.5	58.2

06-21-2015	12:10:32	28.6	57.7
06-21-2015	12:20:32	28.7	57
06-21-2015	12:30:32	28.9	56.6
06-21-2015	12:40:32	29.1	56.1
06-21-2015	12:50:32	29.2	55.6
06-21-2015	13:00:32	29.5	55
06-21-2015	13:10:32	29.7	54.7
06-21-2015	13:20:32	29.8	54.6
06-21-2015	13:30:32	30.1	54.7
06-21-2015	13:40:32	30.3	54.7
06-21-2015	13:50:32	30.5	54.8
06-21-2015	14:00:32	30.8	55
06-21-2015	14:10:32	30.9	54.7
06-21-2015	14:20:32	31.1	54.8
06-21-2015	14:30:32	31.4	54.6
06-21-2015	14:40:32	31.6	54.7
06-21-2015	14:50:32	31.8	54.6
06-21-2015	15:00:32	32	54.5
06-21-2015	15:10:32	32.2	54.5
06-21-2015	15:20:32	32.4	54.7
06-21-2015	15:30:32	32.6	54.3
06-21-2015	15:40:32	32.8	53.9
06-21-2015	15:50:32	33	54.1
06-21-2015	16:00:32	33.1	54
06-21-2015	16:10:32	33.3	53.3
06-21-2015	16:20:32	33.4	53.4
06-21-2015	16:30:32	33.6	53.1
06-21-2015	16:40:32	33.7	52.8
06-21-2015	16:50:32	33.9	52.8
06-21-2015	17:00:32	34.1	53.2
06-21-2015	17:10:32	34.2	53.2
06-21-2015	17:20:32	34.4	53.3
06-21-2015	17:30:32	34.5	53.3
06-22-2015	08:00:32	29.5	59.8
06-22-2015	08:10:32	29.4	59.9
06-22-2015	08:20:32	29.1	59.7
06-22-2015	08:30:32	28.9	61.2
06-22-2015	08:40:32	28.8	62.4
06-22-2015	08:50:32	28.7	62.4
06-22-2015	09:00:32	28.6	62.9
06-22-2015	09:10:32	28.6	63.1
06-22-2015	09:20:32	28.6	64.5
06-22-2015	09:30:32	28.7	65.3
06-22-2015	09:40:32	28.8	65.1
06-22-2015	09:50:32	28.9	65
06-22-2015	10:00:32	28.9	65.2
06-22-2015	10:10:32	29.1	65.3
06-22-2015	10:20:32	29.2	65.9
06-22-2015	10:30:32	29.3	66
06-22-2015	10:40:32	29.3	65.6

06-22-2015	10:50:32	29.4	64.8
06-22-2015	11:00:32	29.5	66.1
06-22-2015	11:10:32	29.6	65.2
06-22-2015	11:20:32	29.8	63.4
06-22-2015	11:30:32	29.8	59.8
06-22-2015	11:40:32	29.8	57.3
06-22-2015	11:50:32	29.8	54.7
06-22-2015	12:00:32	29.9	53.7
06-22-2015	12:10:32	30	55.4
06-22-2015	12:20:32	30.3	56
06-22-2015	12:30:32	30.5	55.5
06-22-2015	12:40:32	30.7	56.3
06-22-2015	12:50:32	30.9	55.8
06-22-2015	13:00:32	31.1	59.3
06-22-2015	13:10:32	31.3	59.5
06-22-2015	13:20:32	31.5	59.3
06-22-2015	13:30:32	31.7	58.9
06-22-2015	13:40:32	31.8	58.7
06-22-2015	13:50:32	31.8	57.9
06-22-2015	14:00:32	31.9	58
06-22-2015	14:10:32	32	56
06-22-2015	14:20:32	32.1	53.5
06-22-2015	14:30:32	32.1	53.6
06-22-2015	14:40:32	32.2	53.4
06-22-2015	14:50:32	32.3	52.9
06-22-2015	15:00:32	32.5	53.6
06-22-2015	15:10:32	32.7	53.2
06-22-2015	15:20:32	32.7	51.9
06-22-2015	15:30:32	32.8	52.6
06-22-2015	15:40:32	32.9	52.5
06-22-2015	15:50:32	33	52.6
06-22-2015	16:00:32	32.9	51.8
06-22-2015	16:10:32	32.7	52.9
06-22-2015	16:20:32	32.6	52.3
06-22-2015	16:30:32	32.5	52
06-22-2015	16:40:32	32.5	52.1
06-22-2015	16:50:32	32.6	52.2
06-22-2015	17:00:32	32.8	54
06-22-2015	17:10:32	33	53
06-22-2015	17:20:32	33.1	52.4
06-22-2015	17:30:32	33.3	51.9
06-23-2015	08:00:32	29.2	56.5
06-23-2015	08:10:32	29.1	56.7
06-23-2015	08:20:32	29	56.1
06-23-2015	08:30:32	28.7	58.3
06-23-2015	08:40:32	28.3	57.4
06-23-2015	08:50:32	28	57.6
06-23-2015	09:00:32	28	60.1
06-23-2015	09:10:32	28.3	61.1
06-23-2015	09:20:32	28.3	59.4

06-23-2015	09:30:32	28.3	57.9	06-24-2015	08:10:32	28.6	58.2
06-23-2015	09:40:32	28.3	57.7	06-24-2015	08:20:32	28.6	57
06-23-2015	09:50:32	28.3	57.3	06-24-2015	08:30:32	28.5	58.3
06-23-2015	10:00:32	28.3	58	06-24-2015	08:40:32	28.3	56.5
06-23-2015	10:10:32	28.5	60.7	06-24-2015	08:50:32	28.2	56.7
06-23-2015	10:20:32	28.6	60.2	06-24-2015	09:00:32	28.2	58.3
06-23-2015	10:30:32	28.7	59.1	06-24-2015	09:10:32	28.3	58.8
06-23-2015	10:40:32	28.9	59	06-24-2015	09:20:32	28.3	59
06-23-2015	10:50:32	29	59.5	06-24-2015	09:30:32	28.3	57.5
06-23-2015	11:00:32	29.1	55.8	06-24-2015	09:40:32	28.2	56.9
06-23-2015	11:10:32	29.2	55.3	06-24-2015	09:50:32	28.3	57.4
06-23-2015	11:20:32	29.3	53.5	06-24-2015	10:00:32	28.2	56.3
06-23-2015	11:30:32	29.3	52.4	06-24-2015	10:10:32	28.3	56.4
06-23-2015	11:40:32	29.4	51.1	06-24-2015	10:20:32	28.2	55.5
06-23-2015	11:50:32	29.4	49.9	06-24-2015	10:30:32	28.3	55.7
06-23-2015	12:00:32	29.5	49.8	06-24-2015	10:40:32	28.4	55.1
06-23-2015	12:10:32	29.6	49.9	06-24-2015	10:50:32	28.4	54.4
06-23-2015	12:20:32	29.8	52.9	06-24-2015	11:00:32	28.6	54.8
06-23-2015	12:30:32	30.1	52.9	06-24-2015	11:10:32	28.7	54.7
06-23-2015	12:40:32	30.2	51.9	06-24-2015	11:20:32	28.8	53.8
06-23-2015	12:50:32	30.5	50.6	06-24-2015	11:30:32	29	54.2
06-23-2015	13:00:32	30.7	50.5	06-24-2015	11:40:32	29.1	53.3
06-23-2015	13:10:32	30.8	49.9	06-24-2015	11:50:32	29.2	52.3
06-23-2015	13:20:32	31.1	52.6	06-24-2015	12:00:32	29.3	52.4
06-23-2015	13:30:32	31.3	52.5	06-24-2015	12:10:32	29.4	52.4
06-23-2015	13:40:32	31.5	52.3	06-24-2015	12:20:32	29.7	55.4
06-23-2015	13:50:32	31.6	54.1	06-24-2015	12:30:32	29.9	54
06-23-2015	14:00:32	31.7	51.4	06-24-2015	12:40:32	30.1	55.3
06-23-2015	14:10:32	31.8	51.9	06-24-2015	12:50:32	30.2	56.1
06-23-2015	14:20:32	32.1	51.4	06-24-2015	13:00:32	30.4	53.5
06-23-2015	14:30:32	32.2	51.8	06-24-2015	13:10:32	30.5	52.6
06-23-2015	14:40:32	32.3	53	06-24-2015	13:20:32	30.7	52.5
06-23-2015	14:50:32	32.5	53.7	06-24-2015	13:30:32	30.8	49.3
06-23-2015	15:00:32	32.4	54.2	06-24-2015	13:40:32	31.1	49.1
06-23-2015	15:10:32	32.4	55.2	06-24-2015	13:50:32	31.4	52.8
06-23-2015	15:20:32	32.6	54.4	06-24-2015	14:00:32	31.4	51.1
06-23-2015	15:30:32	32.7	56.2	06-24-2015	14:10:32	31.6	50.5
06-23-2015	15:40:32	32.6	56.6	06-24-2015	14:20:32	31.7	49.3
06-23-2015	15:50:32	32.6	58	06-24-2015	14:30:32	31.8	49.9
06-23-2015	16:00:32	32.6	58.1	06-24-2015	14:40:32	32	51.5
06-23-2015	16:10:32	32.5	57.5	06-24-2015	14:50:32	32.2	49
06-23-2015	16:20:32	32.6	57.8	06-24-2015	15:00:32	32.3	49.4
06-23-2015	16:30:32	32.7	53.6	06-24-2015	15:10:32	32.4	48.2
06-23-2015	16:40:32	32.8	50.8	06-24-2015	15:20:32	32.5	47.4
06-23-2015	16:50:32	32.8	51.3	06-24-2015	15:30:32	32.7	47.7
06-23-2015	17:00:32	32.7	52.4	06-24-2015	15:40:32	32.7	47.4
06-23-2015	17:10:32	32.8	51.4	06-24-2015	15:50:32	33	47.4
06-23-2015	17:20:32	33	51.2	06-24-2015	16:00:32	33.1	47.8
06-23-2015	17:30:32	33.3	51.2	06-24-2015	16:10:32	33.4	47.1
06-24-2015	08:00:32	28.7	58.2	06-24-2015	16:20:32	33.4	46.3

06-24-2015	16:30:32	33.5	44.7
06-24-2015	16:40:32	33.7	45.7
06-24-2015	16:50:32	33.8	46.8
06-24-2015	17:00:32	33.9	49.9
06-24-2015	17:10:32	33.9	50.4
06-24-2015	17:20:32	33.9	50.5
06-24-2015	17:30:32	33.8	50.5
06-25-2015	08:00:32	29.6	56.7
06-25-2015	08:10:32	29.5	57.1
06-25-2015	08:20:32	29.5	57.4
06-25-2015	08:30:32	29.3	59.5
06-25-2015	08:40:32	29.3	59.7
06-25-2015	08:50:32	29.2	59.1
06-25-2015	09:00:32	29.1	60.1
06-25-2015	09:10:32	29.2	61.4
06-25-2015	09:20:32	29.2	61.4
06-25-2015	09:30:32	29.2	61.2
06-25-2015	09:40:32	29.1	60.9
06-25-2015	09:50:32	29.2	61.3
06-25-2015	10:00:32	29.2	61.3
06-25-2015	10:10:32	29.2	61.9
06-25-2015	10:20:32	29.3	61.4
06-25-2015	10:30:32	29.3	60.4
06-25-2015	10:40:32	29.3	60.8
06-25-2015	10:50:32	29.4	60.4
06-25-2015	11:00:32	29.5	60.8
06-25-2015	11:10:32	29.6	60.9
06-25-2015	11:20:32	29.7	61.1
06-25-2015	11:30:32	29.7	59.2
06-25-2015	11:40:32	29.7	57.1
06-25-2015	11:50:32	29.8	57.8
06-25-2015	12:00:32	29.8	57.1
06-25-2015	12:10:32	30	59.2
06-25-2015	12:20:32	30.3	63.7
06-25-2015	12:30:32	30.6	66.5
06-25-2015	12:40:32	30.9	69
06-25-2015	12:50:32	31	61.5
06-25-2015	13:00:32	30.9	57.6
06-25-2015	13:10:32	31	57.1
06-25-2015	13:20:32	31.1	56.5
06-25-2015	13:30:32	31.2	53.9
06-25-2015	13:40:32	31.3	52.3
06-25-2015	13:50:32	31.5	54.1
06-25-2015	14:00:32	31.6	53.3
06-25-2015	14:10:32	31.8	50.9
06-25-2015	14:20:32	31.9	50.7
06-25-2015	14:30:32	32	50.3
06-25-2015	14:40:32	32.2	51.2
06-25-2015	14:50:32	32.4	51.3
06-25-2015	15:00:32	32.6	50.8

06-25-2015	15:10:32	32.6	48.9
06-25-2015	15:20:32	32.6	48
06-25-2015	15:30:32	32.4	47.9
06-25-2015	15:40:32	32.5	47.2
06-25-2015	15:50:32	32.5	46.5
06-25-2015	16:00:32	32.7	45.9
06-25-2015	16:10:32	32.8	46.9
06-25-2015	16:20:32	33	48.5
06-25-2015	16:30:32	33.1	47.1
06-25-2015	16:40:32	33.2	46.3
06-25-2015	16:50:32	33.2	46.2
06-25-2015	17:00:32	33.2	49.3
06-25-2015	17:10:32	33.3	50.6
06-25-2015	17:20:32	33.3	50.7
06-25-2015	17:30:32	33.5	51.8